Gibt es Kunstformen der Natur? Radiolarien, HAECKELS biologische Ästhetik und ihre Überschreitung

B. LÖTSCH



Abb. 1:
HAECKEL als junger approbierter Arzt 1858 (Ernst-Haeckel-Haus, Jena).

Summary

Are there "Art Forms of Nature"? Radiolaria, HAECKEL'S Biological Aesthetics and going beyond.

HAECKEL's life was a search for beauty. Despite having studied medicine and settled as a practitioner in Berlin (in 1858) he was undecided between painting and marine biology (Fig. 1).

The Radiolaria of Messina (1859/60) caught his artist's eye as well as his inquiring spirit (Fig. 2). They became the starting event of his academic career as a Professor in Jena, Germany. With the monography on Radiolaria (1862) comprising 144 newly described species he made his name as a zoologist. Variation within the species made it sometimes difficult to determine them for sure. This opened his mind to DARWIN's ideas concerning the changeableness of species. He soon became the first pioneer of evolutionary thinking in Germany.

The "artistic skill" by which protoplasts – having neither brains nor eyes – produced their incredibly complex skeletons favoured HAECKEL's ideas on "cell souls", "cell memory" and the inseparable unity of matter and spirit which was to become a central point in his "Monism" or "Monist"-philosophy.

A decade of painstaking evaluation of HMS Challenger's deep sea specimens was crowned by HAECKEL's report on Radiolaria (1887, with 3508 newly described species), Medusae (1882), Siphonophorae (1888), and Keratosa (1889), all reports splendidly illustrated on numerous lithographic tables. It was not before the 1870s that the scientific community fully understood the unicellular character of radiolaria and their symbioses with algae (zooxanthellae). The microscopic brilliance of HAECKEL's work is partly due to his friendship with Ernst ABBE, the ingenious head of development with Carl ZEISS, Jena.

HAECKEL's "Challenger" reports later became the basis of the lavish popular edition in 11 numbers "Art Forms of Nature" (1899-1904). The strong influence on Art Nouveau (also on the buildings of the World Exhibition Paris 1900) is a matter of interest for art historians. For biologists further questions arise:

1. How to explain the species-constancy of more than 4000 distinguishable forms of radiolarian cells with almost the same planctonic way of life (or ecological niche) – floating in the homogeneous sea?

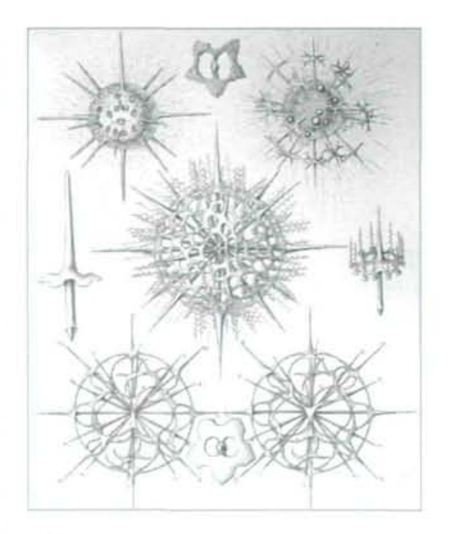


Abb. 2:
Dorataspis. Mittelmeer-Radiolarien (HAECKEL 1862: Taf. 21).

Stapfia 56,
zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge Nr. 131 (1998), 339-372



Abb. 3:
HAECKEL in seinem Arbeitszimmer (1914) (Ernst-Haeckel-Haus).

What selective forces prevent their skeletal patterns from varying boundlessly and continuously?

2. Did HAECKEL and his lithographer Adolf GILTSCH deliver fully authentic images of radiolarians despite the difficulties of reconstructing the threedimensional shape from mere optical cross sections in the microscope? Did they "beautify" the natural patterns?

3. Are there "Art Forms of Nature"? Evolution apparently produced phenomena that were art-analogous: aesthetics with expression, beauty serving as an enticement, warning signal or another communicative purpose. But the "wasted beauty" of unicellular organisms such as radiolarians, diatoms or desmids has no receiver and no message. Here beauty is a by-product, not a breeding goal. Lacking any expression value it is far from being even art-analogous. HAECKEL's splendid book should have been entitled "Nature's Forms for Artists".

4. What makes radiolaria look so nice? HAECKEL's biological aesthetics is not giving a satisfying answer, though recognizing well proven aesthetic principles such as strict order and contrast, geometry (e.g. crystals and spheres), mirror- and radial symmetries, rhythmic repetion. But the peculiar elegance and filigree of radiolarians go far beyond these simple rules.

Our considerations have been inspired by Konrad LORENZ's and Rupert RIEDL's theories on evolution and cognition. They may close the gap between simple geometry or symmetries on the one hand and the more subtle beauty of the organic world.

The common denominator for beauty can be found in the human capacity for "intellectual perception", a talent that made us an evolutionary success story. This is reflected in our ceaseless pursuit of cause and effect, our search for the meaning and significance behind all phenomena. This feature imparted the tool- and fire-using ape with power, specifically with powers of prediction. Prognoses about our environment became possible, allowing it to be controlled and exploited.

Forms that reveal the effect of formative powers generate a sense of pleasure, whether it be the evident statics of plants, elegant bridges or cathedrals, the perceptible streamlines of fishes, boats, birds, and airplanes, the interplay of wind and sand in the dunes of the Sahara, the rhythmic loops of river meanders, the regular color spectrum of rainbows, the suspected laws behind logarithmic spirals (which are equally valid in describing growth rates), or wheter it be the visible order of geometric structures or the calculated beauty of fractal computer graphics. A certain degree of lawfulness is gratifying our perception. Centuries before mathematical statics had been invented, gothic mason masters found breathtaking static solutions by developing an architecture of organic skeletal forms as can be seen in nature where maximum stability is achieved with minimum material input. The most surprising analogy is the silicious skeleton of radiolarians appearing as if having been inspired by gothic artists. Because of their floating way of life, they have to be light weight constructions.

The medieval mason masters also aspired to a seemingly weightless architecture – to make it transparent for the heavenly light (with respect to the gothic "light mystics"). Both functions – light weight construction and light transparency – resulted in graceful mineral skeletons. Their perceptible statics fit many of our visual experiences with the lawful forms of the organic world.

It is not astonishing that HAECKEL's early insights into a completely different world of bizarre creatures, "whose peculiar beauty and diversity are by far surpassing all art products of human fantasy" were to become his destiny – throwing a bridge between HAECKEL the artist and HAECKEL the scientist.

Ernst HAECKEL war leidenschaftlicher Schönheitssucher, ein Augenmensch, der vom Schauer zum Seher wurde.

„Nur durch das Morgentor des Schönen / Drangst du in der Erkenntnis Land".

Dieses SCHILLER-Zitat setzten später Schüler und Verehrer HAECKELS über sein Portrait. In seinen biographischen Notizen sagte er von sich: „Ich bin ein ausgesprochenes 'Leptoderm' oder 'Dünnhäuter' und habe als solcher viel mehr Leiden, aber auch wohl viel intensivere Freude empfunden ... Gleich meiner Mutter konnte ich oft in lebhaftes Entzücken über den Anblick einer bunten Blume, eines niedlichen Vogels, eines farbenreichen Sonnenuntergangs geraten".

Mediziner oder Zoologe?

Schon beim Schüler in Merseburg mischen sich botanische Interessen mit ersten künstlerischen Aktivitäten. Meeresbiologische Reisen des jungen „Mediziners wider Willen" mit dem Anatomen und Physiologen Johannes Peter MÜLLER (1801-1858) nach Helgoland und mit dem Vergleichenden Anatomen und Physiologen Albert KOELLIKER (1817-1905) nach Nizza (auch J. P. MÜLLER ist wieder dabei) sind prägende Erlebnisse (Abb. 4).

Aus Briefen dieser Zeit: „Ich habe jetzt die feste Überzeugung ... daß ich nie praktischer Arzt werden, nicht einmal Medizin studieren kann" (1. November 1852). Es sei nicht der erste Ekel beim Sezieren, sondern eine unüberwindliche Abscheu gegen alles Krankhafte, schrieb er den Eltern, anerkannte aber den Zugang zu den Naturwissenschaften, den das Arztstudium damals besser bot als irgendein anderes. „Ich studiere jetzt notdürftig meine Medizin fertig, sodaß ich den Doktor machen kann, vervollkommne mich in Botanik, Zoologie, Mikroskopie, Anatomie usw. soviel als möglich und suche dann eine Stelle als Schiffsarzt zu bekommen, um freie Überfahrt nach irgendeinem Tropenlande ... zu erhalten, wo ich mich dann mit meiner Frau (nämlich meinem unzertrennlichen Mikroskop) in einem beliebigen Urwald hinsetze und nach Leibeskräften Tiere und Pflanzen anatomiere und mikroskopiere ..." (17. Februar 1854) (nach KRAUẞE 1984: 24).

Doch entschädigte ihn bald der Kontakt mit Johannes Peter MÜLLER, dessen er bis an sein Lebensende als seines „unvergleichlichen, größten und genialsten Lehrers" gedachte. MÜLLER arbeitete auf seinen Meeresreisen ans Mittelmeer und nach Helgoland über Echinodermen (Stachelhäuter) und nahm oft begabte Schüler mit.

So reifte in HAECKEL der Entschluß, Meeresbiologe zu werden (Brief an die Eltern, 30. August 1854).

Unter dem Eindruck des berühmten Pathologen und Anthropologen Rudolf VIRCHOW (1821-1902; Abb. 5) und seiner hervorragend vermittelten Zellpathologie rief HAECKEL allerdings begeistert im Brief an die Eltern: „Vivant Cellulae!! Vivat Microscopia" (21. Dezember 1953). „Wir sitzen zu 30-40 an 2 langen Tischen, in deren Mitte in einer Rinne eine kleine Eisenbahn verläuft, auf der die Mikroskope auf Rädern rollen und von einem zum anderen fortgeschoben werden ... während VIRCHOW dabei ganz ausgezeichnete Vorträge hält. Diese setzen dann meist die Fälle, die man vorher auf der Klinik lebend beobachtete, ins klarste Licht, wie dies auch die ... Sektionen tun" (18. Mai 1855) (nach KRAUẞE 1984: 28, 30).

Trotz erfolgreichen Arztstudiums, Assistentenzeit beim großen VIRCHOW, Doktorat (1857), Kliniksemester in Wien und Praxis als Chirurg und Geburtshelfer in Berlin (1858, Sprechstunden von 5-6 Uhr morgens) hält es ihn nicht in der Medizin.

1859/60 unternimmt er eine 15monatige Studienreise nach Italien. In Florenz ersteht er in der Werkstatt des Astronomen, Physikers und Erfinders Giovanni Battista AMICI ein

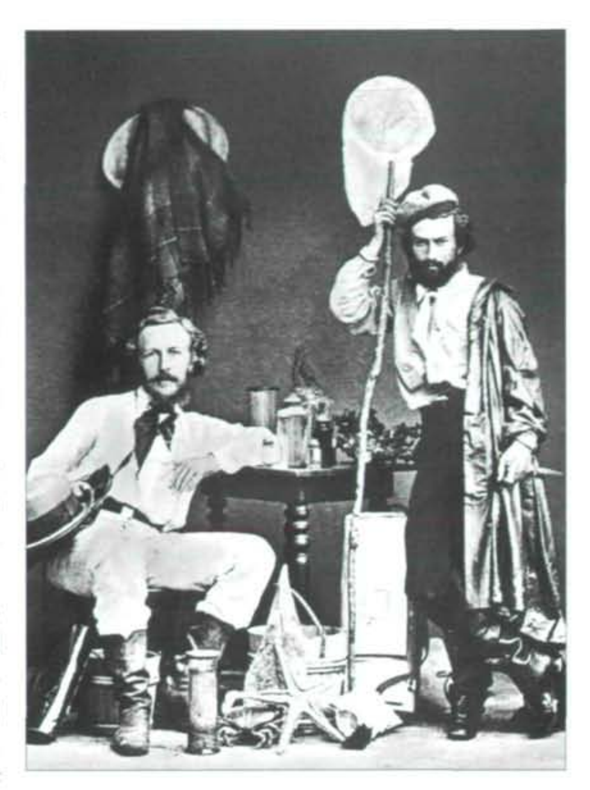


Abb. 4:
HAECKEL mit seinem Assistenten Nikolaus MICLUCHO-MACLAY auf Lanzarote 1866 (Ernst-Haeckel-Haus).

Abb. 5:
Rudolf VIRCHOW (Portrait-Sammlung OÖ. Landesmuseum).



Professor Rudolph Virchow in Berlin,
Mitglied des preußischen Abgeordnetenhauses.

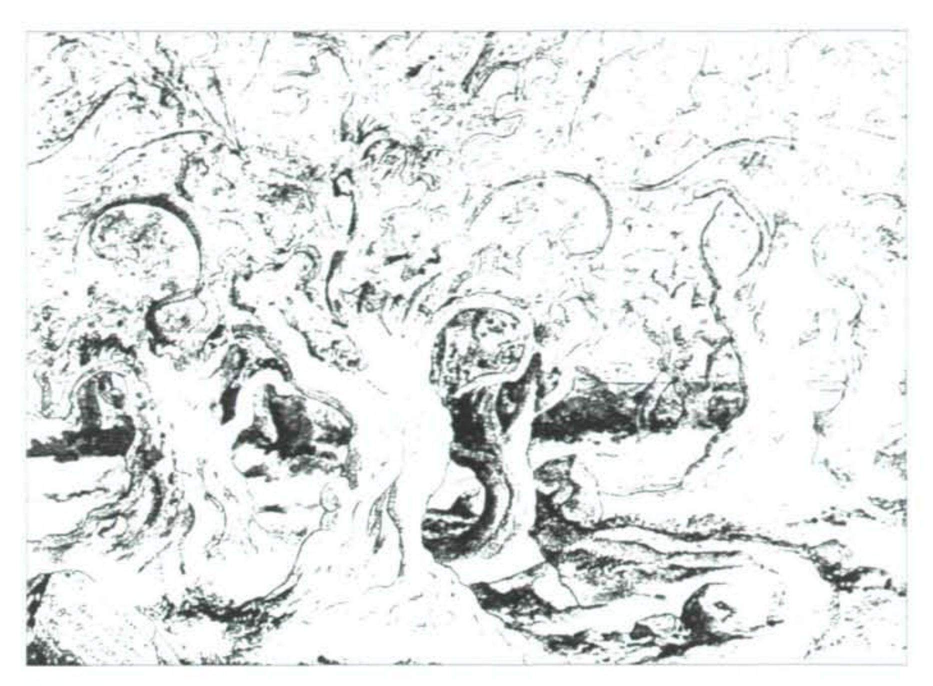


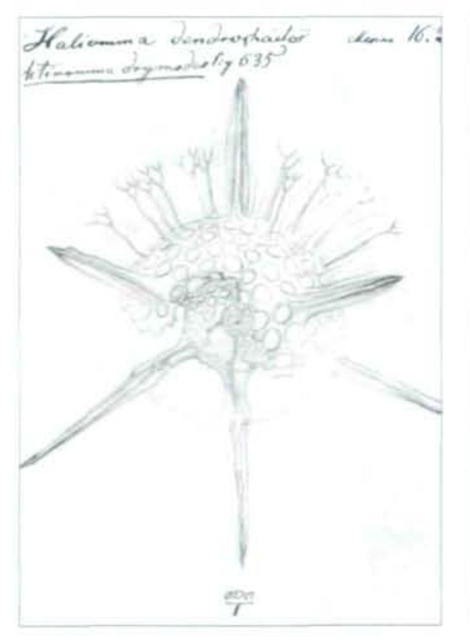
Abb. 6:
Cap Martin in Italien. Aquarell von HAECKEL.

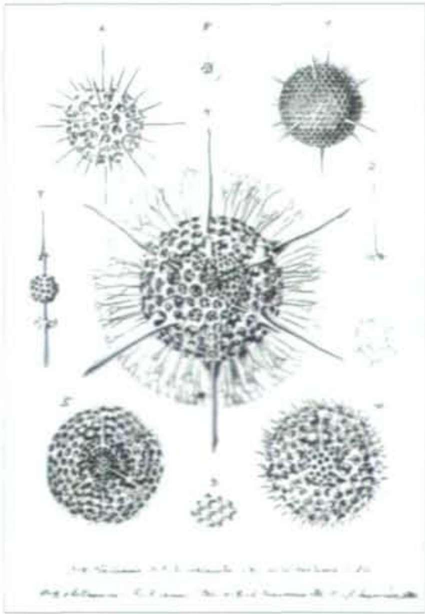
Mikroskop mit Wasserimmersionsobjektiv, welches die Betrachtung zarter Planktonorganismen ohne Präparationsschock bei bis zu 1000facher Vergrößerung ermöglicht.

Künstler oder Naturforscher?

Doch die mediterrane Welt und die Begegnung mit dem Dichter Hermann ALLMERS lassen ihn für einige Monate die Forschung vergessen und ernsthaft erwägen, Landschaftsmaler zu werden (Abb. 6).

Abb. 7, 8:
7: *Haliomma:* Originalzeichnung von HAECKEL.
8: Vorlage für HAECKEL (1862: Taf. 24).





Vom strengen Vater brieflich zur Raison gebracht, wirft er sich wieder in angestrengte Untersuchungen und entdeckt bei seinen Planktonzügen im Golf von Messina mehrere unbekannte Arten von Radiolarien „... und zwar so überaus schöne und merkwürdige, daß ich vor Freude und Entzücken mich gar nicht zu fassen wußte und mir nichts leid tat, als nicht Euch, meine zoologischen Freunde, hier zu haben, um meine Glückseligkeit zu teilen. Ein so herrlicher Fund ist eine Freude, der kaum eine andere an die Seite zu stellen ist" findet sich in einem Brief HAECKELs an seinen Vater und die Jenaer Freunde vom 17. Dezember 1859 (USCHMANN 1983; nach KNORRE 1984: 45).

An seine Braut Anna SETHE schreibt er zu seinem 26. Geburtstag (16. Februar 1860): „Der glücklichste Tag war der 10. Februar, wo ich, als ich früh wie gewöhnlich mit dem feinen Netz auf den Fang ausfuhr, nicht weniger als 12 (zwölf!!) neue Arten (Radiolarien) erbeutete und darunter die allerreizendsten Tierchen. Ein Glücksfang, der mich halb unsinnig vor Freude machte ... Kaum traute ich meinen Augen: Ein so überaus herrliches *Haliomma* (Abb. 7, 8) ... eine neue Art, schöner als alle anderen! Und nun noch ein letzter Tropfen! Da mußte ich vor Freude laut aufjubeln und in die Höhe springen; denn zwei neue prächtige Arten, dazu das eine sogar eine neue Gattung, erfreuten den überraschten Blick. Das war denn doch ein Geburtstagsgeschenk! Und was für eines!! Damit sind nun 75(!) neue Radiolarienarten entdeckt" (USCHMANN 1983; nach KNORRE 1984: 45).

Jahrzehnte später – bei der Auswertung der Plankton- und Sedimentproben des Britischen Forschungsschiffes „Challenger" wird HAECKEL seiner unvergessenen Frau posthum eines der schönsten Radiolarien widmen, das er je entdeckt hat „*Dictyocodon annasethe*" – ein Gebilde wie aus Tausend und einer Nacht (s. Abb. 31).

Johannes P. MÜLLER hatte vor ihm 50 Arten der Staubkorn-kleinen Radiolarien-Skelette aus dem Mittelmeer beschrieben – HAECKEL konnte mit seiner Wasserimmersion erstmals das gallertige Protoplasma mit Öltröpfchen und anderen, zunächst rätselhaften Einschlüssen entdecken. Sie erwiesen sich später als symbiontische gelbliche Algen,

Zooxanthellen – durch ihre Photosynthese eine Zusatzverpflegung für den Zelleib, der sonst mit hauchzarten Protoplasmafädchen Mikroplankton aus dem Meer fängt, transparenten, durchpulsten, kontraktilen Leimruten gleich, die durch die Gitterkugeln der Skelette in das Salzwasser ausstrahlen.

Im homogenen Medium schwebend, die glasigen Skelette und die im Durchlicht fast unsichtbaren Plasmafäden im Dunkelfeldmikroskop aufblitzend wie „Sonnenstäubchen" (BÖLSCHE 1921), erinnern sie tatsächlich an kleine Weltraumkörper. Artnamen wie *Saturnulus planetes* zeigen, daß sich diese Assoziation schon vor dem Satellitenzeitalter aufdrängte (Abb. 17). Die Algensymbiosen jedoch erinnern uns erst heute an Projekte selbsterhaltender Raumstationen, deren „life support systems" mit photosynthetisierenden Zellkulturen lange Aufenthalte im All gestatten sollen. Die Phantasie beschäftigen sie allemal – vor allem die Vielfalt an distinkten, wiedererkennbaren Arten.

Radiolarien wenden sein Geschick

In HAECKELS Jubelbrief an die Braut freut er sich, den vor seinen Untersuchungen bekannten 58 Arten nunmehr 75 neue hinzugefügt zu haben „... und ich hoffe fest, wenn ich nur noch ein paarmal solch Glück habe, binnen kurzem die 100 voll zu haben". Als HAECKEL Messina am 1. April 1860 mit 12 Kisten Sammlungsmaterial verläßt, ist es ihm gelungen, bereits 120 neue Radiolarien zu unterscheiden, die er schließlich auf 144 Neubeschreibungen ausweitet, wobei er 47 neue Gattungen einführt (Abb. 2, 8, 9).

Doch erschwerten die vielen Varietäten und zufälligen individuellen Variationen die sichere Artbestimmung. In dieser Phase las er 1860 DARWINS „Entstehung der Arten". Mit einem Schlage erkannte er „... daß alle diese 'Störungen' und 'Zufälle' notwendig seien, und zwar notwendige Folgen des „Großen Gesetzes der Entwicklung der Arten" (WICHLER 1934).

Fast über Nacht wird der junge HAECKEL vom religiös fundierten Kreationisten zum Evolutionisten „Es fielen mir in der Tat die Schuppen von den Augen". An die Stelle einer abgeschlossenen göttlichen Schöpfung mit starrem Arteninventar tritt für ihn der nie endende Naturprozeß des Artwandels, die Entstehung komplexer Vielfalt aus gemeinsamen einfachen Urformen.

1862 begründet die Radiolarien-Monographie seinen wissenschaftlichen Ruf (Abb. 2, 8, 9) „deren Exaktheit HAECKEL in späteren Werken nicht wieder erreicht hat" (KNORRE 1984: 45). Er wird Mitglied der „Leopoldina", Träger der Cothenius-Medaille, und in Jena zum außerordentlichen Professor ernannt.

Dies ist um so bemerkenswerter, als der junge HAECKEL mit dem offenen Bekenntnis zu DARWIN seine eben erst begonnene Laufbahn aufs Spiel gesetzt hatte (KRAUßE 1984), denn die Mehrzahl der führenden Biologen stand der DARWIN'schen Theorie feindlich oder abwartend gegenüber. Doch fand die Radiolarien-Monographie nicht zuletzt aufgrund der – vom Berliner Kupferstecher WAGENSCHIEBER meisterhaft in den Druck übertragenen – Handzeichnungen HAECKELS rasch Beachtung. Führende Zoologen wie DARWINS Mitarbeiter Thomas Henry HUXLEY sprachen ihre höchste Anerkennung aus. Der Hallenser Anatom Max SCHULTZE schrieb am 21. Oktober 1862 an HAECKEL: „... das Schönste, was in artistischer Beziehung von naturforschenden Werken über niedere Tiere je geleistet worden ist und ich weiß nicht, was ich mehr an dem selben bewundern soll, die Natur, welche eine solche Mannigfaltigkeit und Schönheit der Formen schuf, oder die Hand des Zeichners, welche diese Pracht aufs Papier zu bringen wußte ...„ (nach KRAUßE 1984: 49).

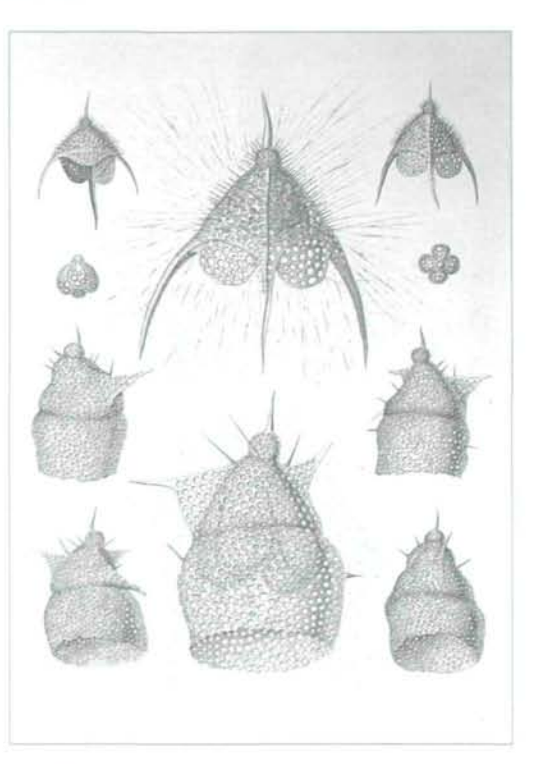


Abb. 9: ***Dicytoceras virchowi* und *Dicytopodium trilobum* HAECKEL (1862: Taf. 8).**

Die Einzeller-Natur dieser verschwenderisch schönen, erstaunlich komplex wirkenden Schwebeorganismen blieb selbst ihrem Entdecker Christian Gottfried EHRENBERG jahrzehntelang verborgen (er hatte sie 1846 in Sedimentproben von der Insel Barbados beschrieben und noch 1875 in die Nähe der Holothurien gestellt). Auch HAECKEL hielt sie für Mehrzeller, vermutete in ihnen auch Syn-

cytien, also mehrkernige Protoplasmakörper. Erst die Entdeckung der Schwärmerbildung durch CIENOWSKI im Jahr 1871, und des eigentlichen Zellkernes der Radiolarienzelle durch HERTWIG (1876), schuf hier Klarheit.

Daß jede dieser freischwebenden Einzelzellen ein derart filigranes Prachtskelett aus Kieselsäure bilden konnte, war eine überwältigende Erkenntnis: „...in der stereometrischen Konstruktion ihrer höchst regelmäßigen Kunstwerke verfahren sie mit der peinlichsten Akkuratesse eines geschulten Geometers und in der eleganten Ornamentik ihrer phantastischen Gitterschalen ... wetteifern sie mit der Phantasie der arabischen Architekten, die die Alhambra von Granada ausschmückten", schrieb HAECKEL (1914: 12).

Monismus – beseelter Materialismus

Daß all dies auf Einzellerbasis möglich sei, hatte weitreichende Konsequenzen für Ernst HAECKELS Naturphilosophie – von Begriffen wie „Zellgedächtnis" (Mneme) über „Kristallseelen" bis zum „Monismus", welcher von der untrennbaren Einheit von Geist und Materie ausgeht (wie er auch in seinem erfolgreichsten Buch „Welträthsel" [z. B. 1905] darlegte).

Sein Materialismus war einer der durchgeistigten Materie und eines Geistes, den es nur auf materieller Grundlage geben kann – kein Geist ohne Materie, keine Materie ohne Geist „sondern nur Eins das Beides zugleich sei" – eben „monistisch" (Alles in Einem).

Sein Atheismus „entzaubert nicht die Welt vom Wunderbaren", ist nichts nüchtern Skeptisches sondern leidenschaftlich, künstlerisch selbst voll aufklärerischer Glaubenssätze und auf dem Weg zur Religion – wohl ohne personifizierten Schöpfer – denn „für HAECKEL ist Gott identisch mit dem allgemeinen Naturgesetz und der Natur selbst", so seine Biographin Erika KRAUBE (1984: 60).

Er war „der Ansicht, daß aus seiner monistischen Naturphilosophie eine monistische Naturreligion hervorgehen könne, die mit den modernen Erkenntnissen der Naturwissenschaft übereinstimme" und auf den philosophischen Ansichten Giordano BRUNOS, SPINOZAS und GOETHES beruhe, meint KRAUBE (1984: 106). „Das ethische Bedürfniß unseres Gemüthes wird durch den Monismus ebenso befriedigt wie das logische Kausalitäts-Bedürfniß unseres Verstandes" betonte HAECKEL (1899: 384). Heftig wandte er sich stets gegen einen „sittlichen Materialismus" im Sinne von Gier nach materiellen Gütern.

Kontroversen – Stammbäume, Embryonen und die Affenfrage

Berührend für den heutigen Leser ist HAECKELS Ehrfurcht vor den „Lebenswundern", wenngleich er am meisten bewunderte, daß dies alles ohne Wunder erklärbar sei.

Kein Wunder also, daß es diesen Feuergeist fortriß in ungezählte Kontroversen, während er rastlos nach Beweisen für DARWINS Deszendenztheorie suchte.

Schon in der „Generellen Morphologie" (1866) begann HAECKEL, die Abstammungs- und Verwandtschaftsverhältnisse des Organismenreiches erstmals in Form von Stammbäumen darzustellen. Die Anregung zu dieser bildlichen Form verdankte er dem befreundeten Philologen August SCHLEICHER. Dieser hatte versucht, DARWINS Entwicklungsgedanken auf die Sprachwissenschaft anzuwenden und einen Stammbaum der indogermanischen Sprachen entworfen.

Der ebenso geniale wie in seiner Simplifizierung umstrittene Wurf der Formulierung des Biogenetischen Grundgesetzes, wonach jeder Embryo die Stammesgeschichte seiner Art im Zeitraffertempo rekapituliere, lieferte seinen Feinden neue Munition. Willkommener Anlaß war sein etwas zu großzügiger Umgang mit den Druckstöcken der vergleichenden Abbildungen der frühesten Embryonalstadien in der 1. Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" (1868: 248). Er hatte für drei von ihnen – Hund, Huhn, Schildkröte – einfach dasselbe Klischee verwendet, da sie in dieser Phase ohnehin nicht unterscheidbar wären. Seine Gegner hatten die wiederkehrenden Schrammen desselben Druckstockes erkannt. Dies wurde ihm als Fälschungsabsicht ausgelegt. Seine (seherischen) Postulate affenähnlicher Vormenschen („*Pithecanthropus*") als hypothetische

Übergangsform verwickelten ihn in unzählige Kämpfe mit klerikalen Kreisen. Immerhin hatte er ja auch den kurz davor (1856) entdeckten Neandertalerfund treffender gedeutet als der hier total irrende VIRCHOW (der darin Knochenreste eines krankhaft veränderten Jetztmenschen sah).

Homo sapiens sapiens, das Ebenbild Gottes, vom Podest seiner Gottähnlichkeit in die Abgründe der Affenähnlichkeit gerissen zu haben, muß für die Zeitgenossen ein ungeheurer Kulturschock gewesen sein (Abb. 10) – verschärft durch HAECKELS polemische Ausfälle gegen Andersdenkende: „Interessant und lehrreich ist dabei nur der Umstand, dass besonders diejenigen Menschen über die ... Entwicklung des Menschengeschlechtes aus echten Affen am meisten empört sind und in den heftigsten Zorn geraten, welche offenbar hinsichtlich ihrer intellektuellen Ausbildung und cerebralen Differenzierung sich bisher noch am wenigsten von unseren gemeinsamen tertiären Stammeltern entfernt haben" (HAECKEL 1866).

Hier wurden bereits die Wurzeln der sich aufschaukelnden gesellschaftspolitischen Kontroversen gelegt, die 1882 schließlich zur Abschaffung des biologischen Unterrichts in den oberen Klassen der höheren Lehranstalten Preußens und zum Verbot der Entwicklungslehre als Unterrichtsgegenstand führen sollten. Noch 1907 warf der Kieler Botaniker und Abgeordnete des preußischen Herrenhauses REINKE den „Monisten" vor, auf geistigem Gebiet ebenso umstürzend vorzugehen wie die Sozialisten auf wirtschaftlichem und warnte vor dem unheilvollen Einfluß von HAECKELS „Welträthseln", besonders auf Primaner, Volksschullehrer und höhere Töchter.

„Wie 1877 auf der Naturforschertagung in München VIRCHOW, warf REINKE 30 Jahre später HAECKEL wiederum Staatsgefährdung vor, empfahl aber kurioserweise jetzt die Einführung des biologischen Unterrichts aus den Gründen, die seinerzeit zur Abschaffung geführt hatten!" (KRAUßE 1984: 116).

Wie leidenschaftlich alle Ebenen des Geisteslebens von der großen Auseinandersetzung zwischen „wissenschaftlicher Weltanschauung" und „traditionellen Dogmen" erfaßt waren, zeigte auch der Internationale „Freidenker-Kongreß" im September 1904 in Rom,

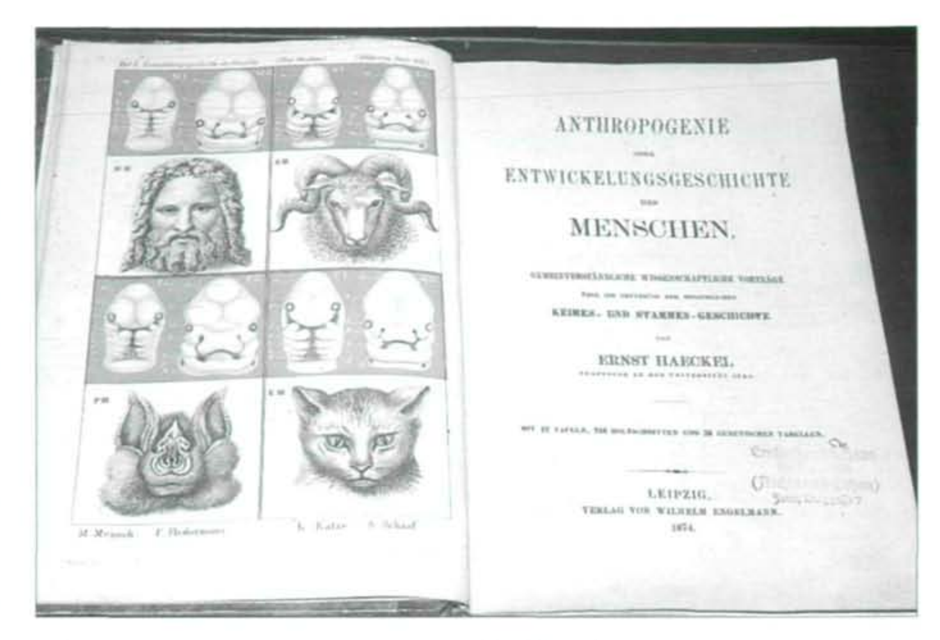

ANTHROPOGENIE
ENTWICKELUNGSGESCHICHTE
MENSCHEN.
KEIMES- UND STAMMES-GESCHICHTE
ERNST HAECKEL.
LEIPZIG.
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1874.

Abb. 10:
Titelseite der „Anthropogenie" (HAECKEL 1874).

auf welchem HAECKEL triumphal gefeiert und während eines Frühstücks der über 2000 Teilnehmer in den Ruinen der Kaiserpaläste feierlich zum „Gegenpapst" ausgerufen wurde.

Bald danach gewann er den Bremer Pastor Albert KALTHOFF als ersten Vorsitzenden des „Deutschen Monistenbundes" und 1911 den Leipziger Physiko-Chemiker und Nobelpreisträger Wilhelm OSTWALD (1853-1932). Der auch als hervorragender Redner und Organisator bekannte Gelehrte erhielt auf dem Hamburger Monistenkongress (der Bund hatte bereits 5000 Mitglieder in 41 Ortsgruppen) weitreichende internationale Unterstützung, z. B. durch den schwedischen Physiker und Nobelpreisträger Svante ARRHENIUS und den amerikanischen Biologen Jaques LOEB.

HAECKEL prägt „Oecologie"

In das stürmische Jahr der „Generellen Morphologie" fällt auch HAECKELS (1866) Prägung des folgenreichen Begriffes **Oecologie** als „die gesamte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, wohin wir im weiteren Sinne alle Existenzbedingungen rechnen können".

Der Begriff schloß somit von Anfang an die umfassende Sicht des damals noch jungen Evolutionsdenkens ein – eine Betrachtungsweise des vernetzten Wirkgefüges, für die er durch seine Meeresbiologie und seine Tropenexpeditionen vielfältige Anregungen erfuhr



Abb. 11:
Haeckel der Tropenreisende, 1882 (Ernst-Haeckel-Haus).

FIG. 115. Her Majesty's Ship *Challenger*, 1872–6.

Abb. 12:
Das englische Forschungsschiff HMS „Challenger" um 1872.

(Abb. 11, 13): So formulierte er 1870, die Oecologie habe „die gesamten Beziehungen eines Thieres sowohl zu seiner anorganischen wie auch zu seiner organischen Umgebung zu untersuchen. Vor allem die freundlichen und feindlichen Beziehungen zu denjenigen Thieren und Pflanzen, mit denen es in direkte oder indirekte Berührung kommt; oder mit einem Worte, alle diejenigen verwickelten Wechselbeziehungen, welche DARWIN als die Bedingungen des Kampfes ums Dasein bezeichnet" (HAECKEL 1870).

Von einer Oecologie als Anpassungslehre erweiterte er sie innerhalb kurzer Zeit zur „Lehre von der Oekonomie, von dem Haushalt der thierischen Organismen" (HAECKEL 1870) und definierte ihren Gegenstand „die Oekonomie der Natur, die Wechselbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demselben Orte leben" (HAECKEL 1873).



Abb. 13:
Adams-Pik auf Ceylond von der Nord-ost-Seite. Aquarell von Ernst Haeckel (Ernst-Haeckel-Haus, Best. H, Abt. 1, Nr. 544).

Treffen mit Darwin

Im Oktober 1866 trifft er auf seiner Studienreise Richtung Kanarische Inseln erstmals mit DARWIN in dessen Wohnsitz in Down zusammen. Der Besuch ist von Freundschaft und Harmonie geprägt. Es sollen ihm noch zwei weitere Begegnungen folgen – 1876 und 1879 – anläßlich HAECKELS Schottlandreisen zur Besichtigung der Radiolarien-Sammlungen des englischen Forschungsschiffes Challenger (Tiefsee Expedition 1872-76; Abb. 12), die dem mittlerweile weltberühmten deutschen Zoologen zur Bearbeitung anvertraut werden (s. unten).

„DARWIN war hocherfreut über die Verbreitung, die HAECKEL seiner Theorie in Deutschland verschafft hatte, wunderte sich allerdings über die Rigorosität, mit der sein Mitstreiter sie vertrat", so faßte Uwe GEORGE (1996) die Beziehung der beiden kongenialen Forscher zusammen. DARWIN mied bekanntlich öffentliche Kontroversen – wo sie geführt werden mußten, überließ er sie ebenso begabten wie schlagfertigen Kollegen – in England vor allem dem brillanten Thomas Henry HUXLEY (auch DARWINS Bulldogge genannt). Doch selbst dieser fand HAECKELS Polemik für die gemeinsame Sache manchmal zu scharf, anerkannte aber HAECKELS bahnbrechende, wissenschaftliche Beiträge zur Abstammungslehre, wie es auch DARWIN stets tat.

DARWIN und HAECKEL – schlechte Darwinisten?

Diese Pointe Rupert RIEDLS (1987) ist absolut treffend. Denn sie sahen in der „natürlichen Zuchtwahl" keinen Gegensatz zu LAMARCKS „Vererbung erworbener Eigenschaften" beim Zustandekommen von Anpassungen in der Evolution.

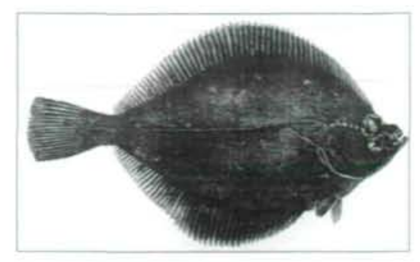
Weder DARWIN noch HAECKEL hätten Probleme damit gehabt, die dunkle Haut der Schwarzafrikaner mit der – über Hunderte von Generationen erfolgten – Sonnenbräunung zu erklären, die schließlich erblich geworden sei (was ja auch die ebenso erblich hell gebliebenen Fußsohlen oder Innenhandflächen vieler Negrider zu zeigen schienen. Jedenfalls fällt es radikalen Neodarwinisten bis heute schwer, den entscheidenden Auslese**vor**teil dieser lokalen Blässen – (bzw. den Überlebens**nach**teil, den eine vollständige Ganzkörperpigmentierung brächte) nachzuweisen. DARWIN spekulierte später über Mechanismen eines Informationsrückflusses von den Körperzellen auf die Keimbahn in seiner „Pangenesis"-Theorie, die aber unbeachtet blieb (RIEDL 1987). HAECKEL erklärte solche Phänomene mit der „oecologischen Gewohnheit", die – soferne lange genug wirkend – zum erblichen Merkmal einer Art geworden sei.

Dieses Modell wandte er sogar auf den Symmetrieverlust beim Heranwachsen der noch völlig gleichseitig angelegten Jungfische zu den völlig verschobenen Alttieren der am Meeresboden lauernden Plattfische oder Schollen an (Abb. 14, 15). „Später nehmen sie die Gewohnheit an, sich auf eine Seite flach auf den Boden des Meeres zu legen; infolgedessen wird die obere, dem Lichte zugekehrte Seite dunkel und oft schön gezeichnet ... die untere Seite ... bleibt farblos. Das Auge der unteren Seite wandert auf die obere Seite hinüber, sodaß beide Augen ... nebeneinander liegen und entsprechend wachsen die Schädelknochen ganz schief aus", ein „ausgezeichnetes Beispiel für die „Vererbung erworbener Eigenschaften" infolge einer ständigen oecologischen Gewohnheit. Durch die entgegenstehende Keimplasmatheorie von WEISMANN ist sie überhaupt nicht zu erklären."

Asymmetrie war für HAECKEL stets eine Ausnahme im Formenkanon des Lebens, erregte seine höchste Aufmerksamkeit. So lieferte die Asymmetrie der Gehäuseschnecken für ihn „die schönsten Beispiele für die Vererbung erworbener Eigenschaften" hier ausgelöst durch das Hinübersinken des wachsenden, von der Schale überdeckten Eingeweidesackes auf eine Körperseite.

Ebenso „undarwinistisch" im Lichte späterer, neodarwinistischer Dogmen ist HAECKELS Verwendung des Wortes „Zweckmäßigkeit" bei Naturformen. Zweck kommt nämlich vom alt- und mittelhochdeutschen „zwec" für Nagel und Bolzen, bezeichnete auch den Nagel der Zielscheibe. Etwas be-zwecken bedeutet auf ein Ziel loszuschießen – und eben dies darf es im Neodarwinismus nicht geben. Die Angepaßtheit sei das Produkt von Zufällen, die Auslese entscheide über ihren Erfolg. Zweck ist also – obwohl viele Anpassungen bewundernswert zweckvoll wirken – kein Wort für Darwinisten, wohl aber eines für Lamarckisten mit teleologischem Hintergrund. Es wird noch zu prüfen sein, wieweit die Vielfalt und Artkonstanz der im homogenen Medium schwebenden planktischen Radiolarien aus streng neodarwinistischen Positionen überhaupt erklärbar ist (Abb. 16, 35).

Die Liebe zu den Radiolarien jedenfalls, jene Einstiegsdroge des Schönheitssuchers Ernst HAECKEL in die Zoologie, Meeresbiologie und Evolutionsforschung, ließ ihn auch während der bewegtesten Phasen seines Lebens nicht mehr los.



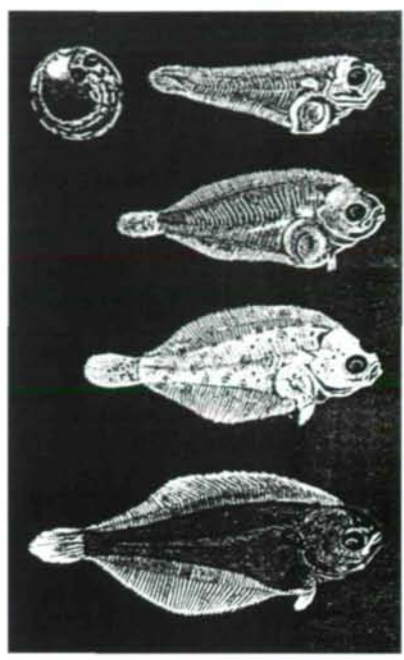


Abb. 14, 15:
Die Scholle *Pleuronectes platessa* adult und Larven.



Abb. 16:
Verschiedene Formen von *Podocyrtis*. Spielformen, Unterarten, Arten? Links *P. bromia* HAECKEL und rechts *P. floribunda* HAECKEL. Foto: LÖTSCH nach einer Typenplatte von Gerhard GÖKE.

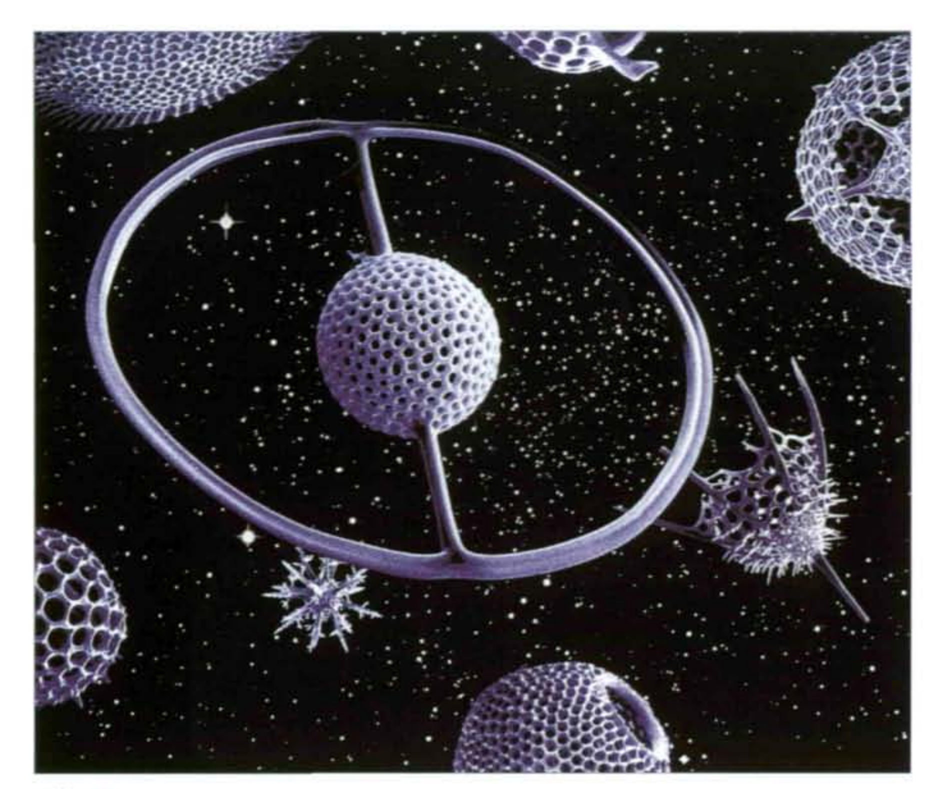


Abb. 17:
***Saturnalis* im Weltall, Naturhistorisches Museum Wien.**

Die Challenger-Radiolarien

Es war die Zeit der großen Forschungsabenteuer, der wissenschaftlichen Weltumsegelungen. Die österreichische Fregatte Novara war 1859 nach ihrer zweieinhalbjährigen Weltumsegelung von einer der ergiebigsten Sammelfahrten der Wissenschaftsgeschichte heimgekehrt.

Die von der Royal Society durchgeführte Expedition der Korvette „Challenger" galt in den vier Jahren 1872-76 vor allem der Tiefsee. Aufgrund des hohen Druckes und des fehlenden Lichtes hatte man lange jedes Leben unter 500-600 m ausgeschlossen.

Während der Verlegung des ersten Transatlantik-Telegraphenkabels (1858) regten jedoch Fänge unbekannter Tiefseetiere zu weiteren Untersuchungen an. Die „Challenger" nahm an 354 Stellen der Ozeane Proben des Grundschlammes mit einer Vielzahl unbekannter Meeresorganismen und betraute anschließend 76 hervorragende Gelehrte mit der Auswertung. HAECKEL, der während der

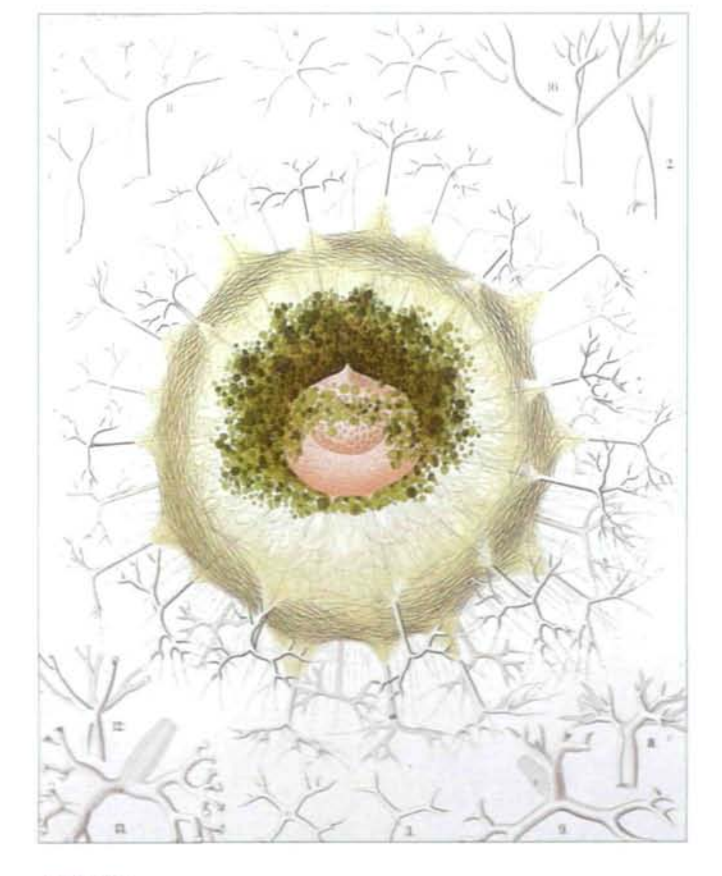


Abb. 18:
***Aulocera* (HAECKEL 1887a: Pl. 102).**

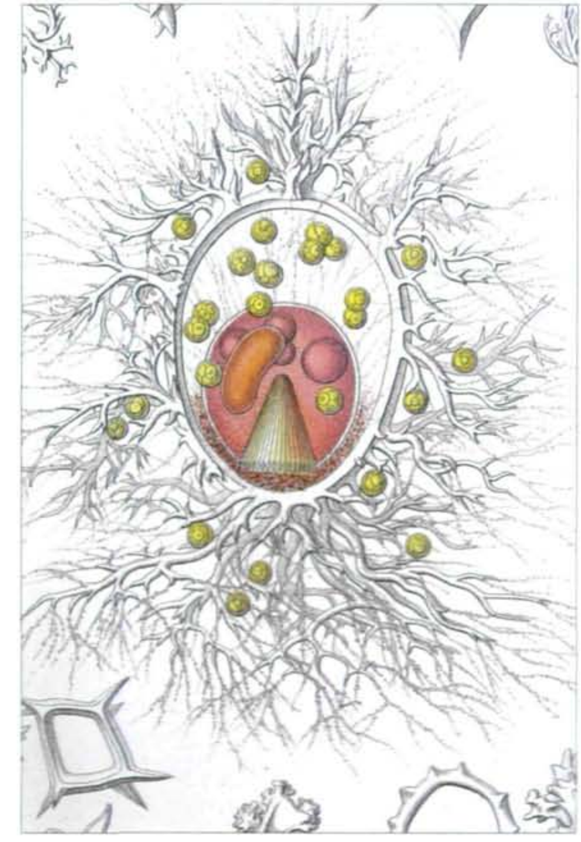


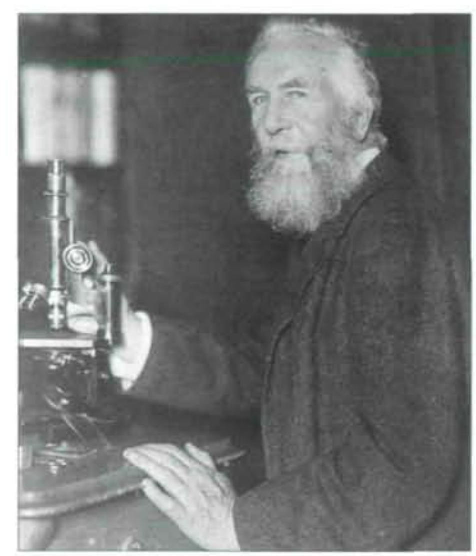
Abb. 19:
***Lithocircus magnificus* (HAECKEL 1887b: 81/16; vgl. Tafel 1/1).**

Naturforscherversammlung in Glasgow (1876) einen Teil der Sammlungen besichtigte, wurde zunächst die Bearbeitung der Radiolarien übertragen, später aufgrund seiner ebenfalls großartigen, dreibändigen Medusen-Monographie auch die der Medusen, Siphonophoren (Staatsquallen) und Hornschwämme angeboten.

In den folgenden 12 Jahren steuerte HAECKEL zur Auswertung des Challenger Materials 2763 Textseiten mit 230 Bildtafeln bei (Abb. 18, 19). „Eine immense Leistung, die allein ausgereicht hätte, ein Forscherleben auszufüllen", schreibt KRAUßE (1984). Trotzdem unternahm er in dieser Zeit noch 16 ausgedehnte Reisen, u. a. in die Tropen (Abb. 11. 13) und den vorderen Orient und bekleidete zweimal (1876 und 1884/85) das Amt des „Prorektor Magnificus" der Universität. Außerdem fallen in diese Zeit der Bau des neuen Institutsgebäudes und seines Wohnhauses „Villa Medusa". Während all dessen erschienen HAECKELS englischsprachige Challenger „Reports": 1882 – „Report on the Deep-Sea Medusae... „ (300 Seiten Text, 32 Tafeln, 18 neue Arten); 1887 – „Report on the Radiolaria... „ (Teil I und II mit 1873 Seiten Text, 140 Tafeln und 3508 erstmalig beschriebenen Arten) (In deutscher Bearbeitung erschien der Bericht als dritter und vierter Teil der 1862 begonnenen Radiolarien Monographie in den Jahren 1887 und 1888); 1888 – „Report on the Siphonophorae... „ (380 Seiten Text und 50 Tafeln mit 150 neuen Artbeschreibungen); 1889 – „Report on the Deep-Sea Keratosa... „ (92 Seiten Text, 8 Tafeln, 26 neue Arten) (Zit. n. KRAUßE 1984).

An diesen Tafeln arbeitete bereits der talentierte Jenaer Lithograph Adolf GILTSCH, aufgrund der hervorragenden Handzeichnungen HAECKELS; er war ihm fallweise auch beim Zeichnen behilflich (Abb. 19).

Diese Arbeit ist nie mehr überboten worden. Ohne sie hätten 10-15 Jahre später auch keine „Kunstformen der Natur" herausgebracht werden können (s. u.). HAECKEL verfügte durch seine guten Beziehungen zum Hause Carl ZEISS in derselben Stadt und die besondere Freundschaft mit dem Pionier der rechnenden Optik, Ernst ABBE (Abb. 21), an derselben Universität über die besten Mikroskopobjektive der Welt – ein glückhafter Umstand der Wissenschaftsgeschichte. Ernst ABBES Zeichenapparat gestattete ihm, durch einen Strahlenteiler am Okular und einen Umlenkspiegel das Radiolar im selben Bildfeld wie die eigene zeichnende Hand zu erblicken und solcher Art geradezu pedantisch an der Natur zu bleiben. Durch das stete Spiel an der Mikrometerschraube (Schärfefeintrieb) überwand HAECKEL das Problem der geringen Schärfentiefe, welches der lichtmikroskopischen Fotographie bei diesen komplexen Raumgebilden bis heute unüberwindliche Schranken setzt. Nur Hirn und Hand des Mikroskopikers vermochten die zahllosen optischen Querschnitte (fast tomographisch) zeichnerisch zu raumdurchdringenden Gitterskeletten zusammenzusetzen.



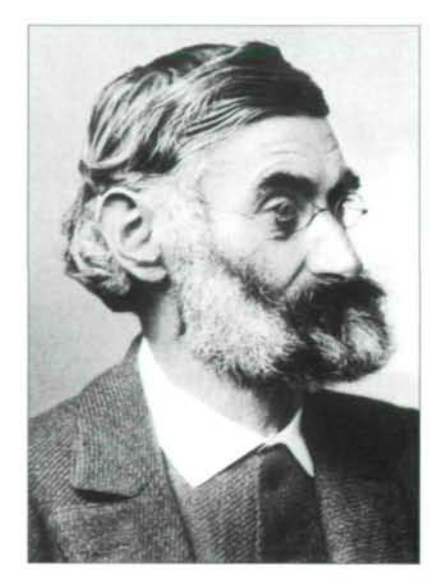


Abb. 20:
HAECKEL mit dem Mikroskop (Ernst-Haeckel-Haus).

Abb. 21:
Ernst ABBE (1840-1905). Foto: Fa. Carl Zeiss, Oberkochen (PI 102/76).

Was die wissenschaftliche Welt in diesem Werk erblickte, war „zu schön um wahr zu sein", so, daß es selbst bei Biologen auf ungläubiges Staunen stieß. Diese filigranen Meerespräziosen warfen zu viele Fragen auf. Was treibt die Evolution dazu, in diese unsichtbaren, für kein Auge bestimmten Einzellerwelten ohne Gehirn, ohne Hände, ohne Werkzeug Schönheiten und Reize zu verschwenden, die aus den Werkstätten gotischer Goldschmiede, indischer Elfenbeinschnitzer, italienischer Glasbläser oder arabischer Stukkateure kommen könnten?

Die Erklärungen des Entdeckers klangen nicht minder fantastisch, etwa: „Von besonderer Wichtigkeit ist dabei das unbewußte Zellgedächtnis, die „Mneme", wie Richard SEMON es genannt hat. Dieses Zellgedächtnis erklärt uns auch die erblichen Kunstformen der



Abb. 22:
Glasmodell von *Tympaniscus quadrupes*, Naturhistorisches Museum Wien (vgl. Tafel 1/9).

Radiolarien, die Kunsttriebe dieser einzelligen Lebewesen, „plastische Zellinstinkte" ... wie die bekannten Instinkte der höheren vielzelligen Tiere und Pflanzen. „Die veränderlichen 'Scheinfüßchen' (Pseudopodien) dienen nicht allein zur Ernährung oder Bewegung. Sie sind auch die wunderbaren Künstler, die durch Ausscheidung von glasartiger Kieselerde ... die charakteristischen Skelette hervorbringen. Bald erscheinen diese als schützende Gitterschalen, bald als sternförmige Gebilde ... Diese starren Fortsätze der Schalen, die weit über deren Oberfläche hervorragen, dienen teils zum Schutze (als Abwehr gegen Feinde), teils als feste Stütze, teils als Schwebeapparate, die das Untersinken der Zelle verhindern" (HAECKEL 1914/1924: 10-11) oder um es modern und technisch auszudrücken: Das gesamte Skelettgitterwerk erhält seinen spezifischen Reiz durch die offensichtliche Leichtbauweise. Soweit einige funktionelle Aspekte, die aber weit davon entfernt sind, dieses spielerische **„Formenwerfen des Lebens"** auch nur annähernd zu erklären, ebenso wenig – wie BÖLSCHE (1906: 33) das Phänomen der überquellenden Schönheiten zu begründen vermag. „Wesen, die ... in einem ziemlich gleichartigen lebendigen Zellkörper durch solche Richtkraft aus Kieselstoff (also der gleichen Masse, die unsere Bergkristalle zusammensetzt) mehr als 4000 verschiedene 'Kunstformen' aufbauen".

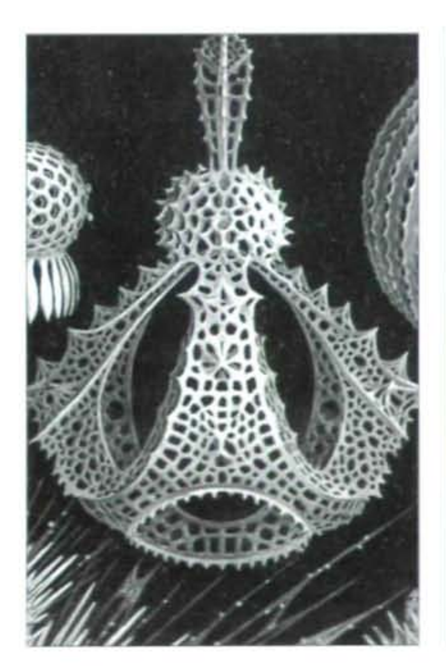


Abb. 23:
***Clathrocanium reginae* (HAECKEL 1897-1904: Taf. 31/2).**

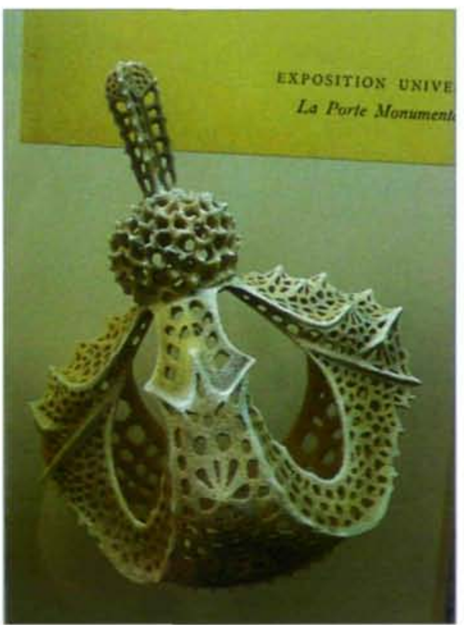


Abb. 24:
Räumliches Modell von *Clathrocanium reginae* im Phylogenetischen Museum, Jena. Foto: LÖTSCH.

Die Mikrofossilien von Barbados

Eigentlich waren die schmucken Mikroskelette dieser Meeresplanktonten ursprünglich gar nicht im Meer entdeckt worden, sondern an den Berghängen der Insel Barbados (Kleine Antillen). Der Forschungsreisende Robert SCHOMBURGK hatte dort 1846 Bodenproben genommen und dem Berliner Medizinprofessor, Mikroskopiker und Geologen Christian Gottfried EHRENBERG überlassen. Dieser erkannte sie als fossile, mit der Insel einst hochgehobene Meeressedimente und beschrieb darin erstmals die wunderbaren Gebilde als „Polycystinen" (Den Begriff Radiolarien prägte einige Jahre später der Anatomie- und Physiologieprofessor Johannes Peter MÜLLER anhand seiner lebenden Planktonfänge aus dem Mittelmeer. Jener J. P. MÜLLER, der auch den jungen Mediziner E. HAECKEL in die Meeresbiologie einführte und damit die Weichen für dessen wissenschaftliche Laufbahn stellte).

Ch. G. EHRENBERG studierte die Radiolarien zunächst ausschließlich als Mikrofossilien und fand sie sogar in den Sahara-Stäuben, die Charles DARWIN auf dem Atlantik an Deck des Forschungsschiffes „Beagle" zusammengefegt hatte (GEORGE 1996). EHRENBERG folgerte, daß diese aus Sedimentgesteinen marinen Ursprungs in der Sahara durch Erosion freigelegt und dann als „Luftplankton" mit den Passatwinden verweht worden seien. „Geo" widmete dem Phänomen einen großen Beitrag (GEORGE 1996).

Fossile Radiolarienskelette verraten vielerorts die Herkunft ganzer Gebirgszüge aus emporgehobenen Meeressedimenten. Massenhaft fand man sie auch auf Sizilien, Kalabrien, Griechenland, in Nordafrika, auf den amerikanischen Kontinenten, den Nikobaren, in den Alpen, in England und Deutschland u. a. m.

Aus Mergeln von Barbados wurden in der Folge rund 500 verschiedene Skelettformen beschrieben und JUKES-BROWN & HARRISON (1892) haben gezeigt, daß die fossilen Ablagerungen auf Barbados große Ähnlichkeit mit dem Radiolarienschlamm der heutigen Ozeane haben (Die Übereinstimmung der fossilen Barbados-Arten mit denen in heutigen Tiefseeproben hatte schon HAECKEL erkannt). Sie

nannten die Gesteinserie daher „Oceanic Formation“.

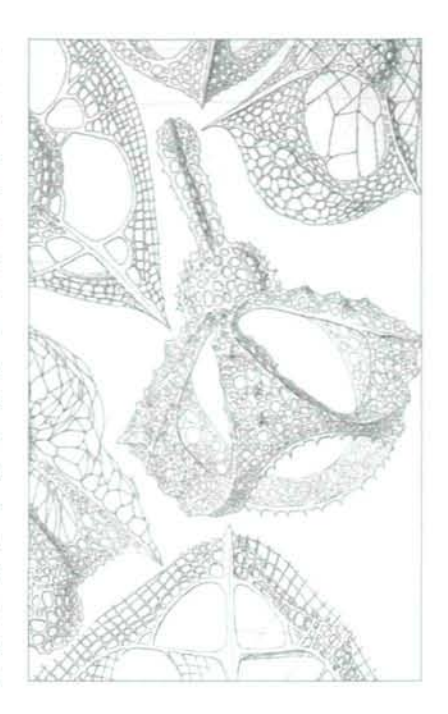
Silizium ist in seinen vielfältigen chemischen Verbindungen das dominante gesteinsbildende Element der Erde, die Radiolarienskelette aus Siliziumdioxid sind praktisch gesteinsidentisch und unvergänglich. (Der erdgeschichtlich hochaktive Vulkanismus brachte im Falle von Barbados viel Kieselsäure ins Meerwasser – eine Voraussetzung für die besondere Massenentwicklung der Radiolarien und anderer Kieselorganismen.)

Zwar gibt es im Meeresplankton auch Radiolarien mit Skeletten aus Strontiumsulfat – jedoch nicht als fossile Überlieferung, da sich $SrSO_4$ im Meerwasser löst. Es ist noch unklar, auf welche Weise das $SrSO_4$ davor bewahrt bleibt, solange die Zelle lebt.

Das Studium lebender Radiolarien – und ihrer Protoplasmafeinstrukturen war eine große Herausforderung der sich entfaltenden Lichtmikroskopie – bis es gelang, die Einzellernatur und die Zooxanthellensymbiosen zu erkennen. Der „Altmeister der Mikro-Paläontologie“, Ch. G. EHRENBERG glaubte als Mediziner noch 1875 in seinen „Abhandlungen der Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin“ mit 30 Tafeln der Barbados Radiolarien, daß die „Infusionsthierchen“ zu denen er neben den Radiolarien auch die Diatomeen und andere Algen rechnete, „vollkommene Organismen“ mit denselben Organen (Nerven, Muskeln, Darm usw.) seien wie die „höheren“ Tiere. HAECKEL hat übrigens die 30 Tafeln EHRENBERGS mit insgesamt 278 Arten im Rahmen seiner Radiolarien Monographie II. Teil, 1887 kritisch revidiert. Mit Hilfe der HAECKELschen Tabellen kann man den von EHRENBERG gezeichneten Radiolarien die aktuellen Namen des HAECKELschen Systems zuordnen.

Radiolarien Artkonstanz – Grenzfall der Selektionstheorie?

Die exorbitante Vielfalt dieser Kieselarmierten Protoplasmaklümpchen – man kennt heute über 11.000 Arten – ist einigermaßen verstehbar: Es sind frei im homogenen Medium schwebende Rhizopoden(Wurzelfüßer)-Zellen, denen die Evolution die Potenz zur Absonderung glasiger Skelette verliehen hat. Sie entsenden strahlig zarte Protoplasmafäden ins Wasser, an denen – wie an Leimruten – Mikroben als Nahrung hängen bleiben, daneben halten sich viele Arten symbiontische Algen als Zusatz-(oder Haupt-)Verpflegung. Was sollte diese, in ihrer sehr einheitlichen Lebensweise kaum voneinander unterschiedenen Zellen daran hindern, spielerisch tausendfältig in alle Richtungen zu variieren, fantastisch und ungehemmt, zu jenem luxurierenden Gestaltreichtum, den BÖLSCHE (1906: 33) poetisch beschreibt: „... die zierlichsten Kreuze, Sterne, Gitterkugeln, ein unendliches Formenspiel, das unser Auge entzückt, da ein inneres Gesetz auch hier stets zu einer ... symmetrischen, kristallartig schönen Gestaltung zwingt. ... Bleiben alle Formen in sich mathematisch ... geregelt, so scheint doch in der unerschöpflichen kaleidoskopischen Fülle mathematischer Symmetriemöglichkeiten die Zahl dieser Spielformen keine Grenzen zu kennen“.



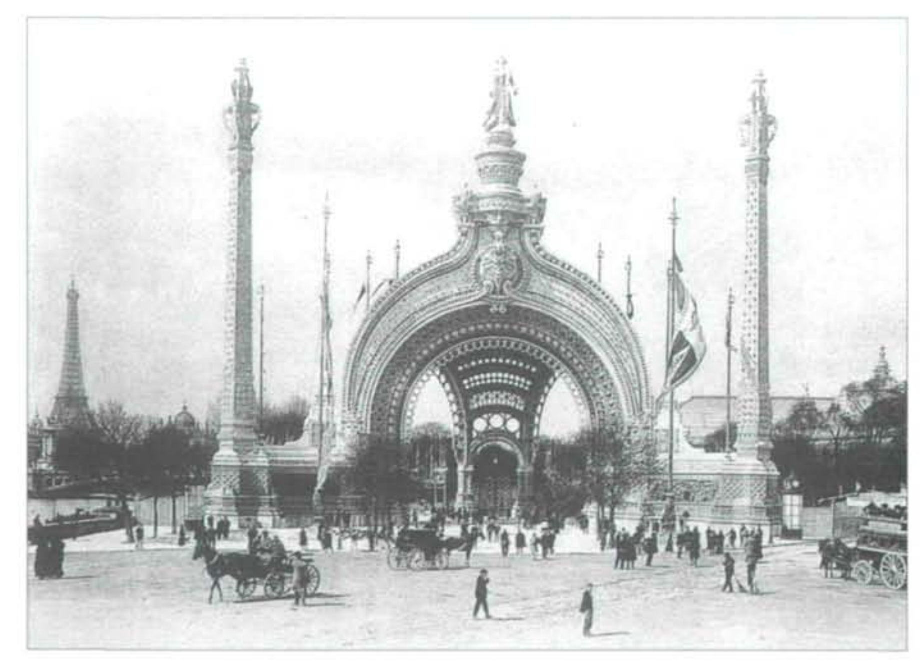
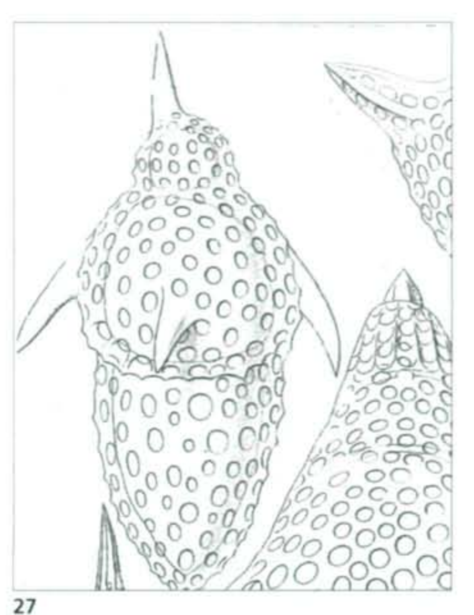


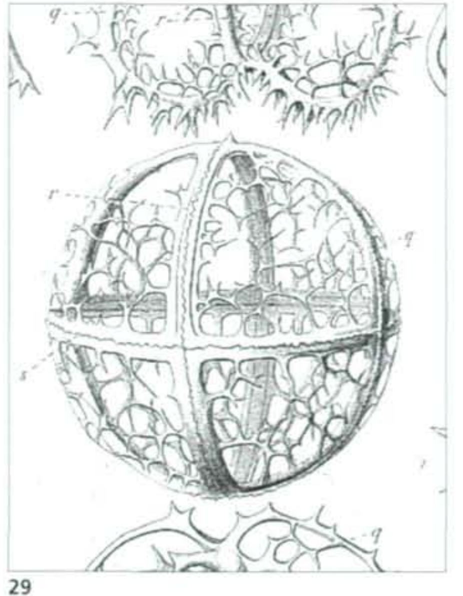
Abb. 25:
Clathrocanium reginae **(HAECKEL 1887b: Taf. 64/4).**

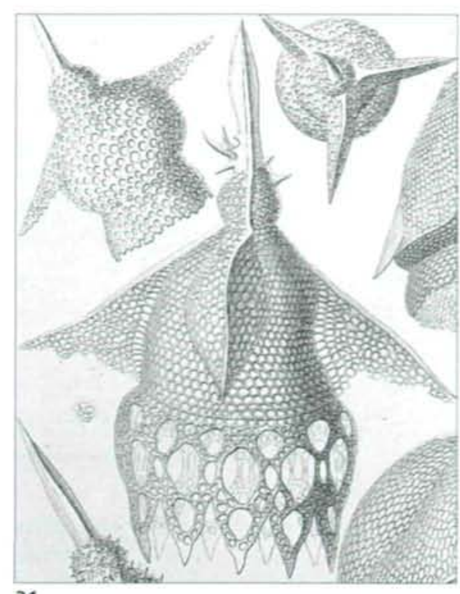
Abb. 26:
Portal der Weltausstellung, Paris 1900. Architekt René BINET nannte *C. reginae* aus HAECKELS Radiolarienzeichnungen als Inspiration.

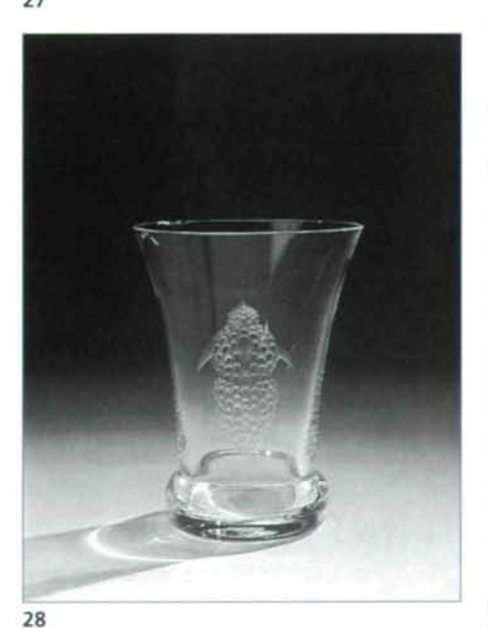
Soweit so gut. Warum aber existieren in Wahrheit dennoch Grenzen? Wie erklärt sich dann die **endliche** Zahl **unterscheidbarer** Arten?

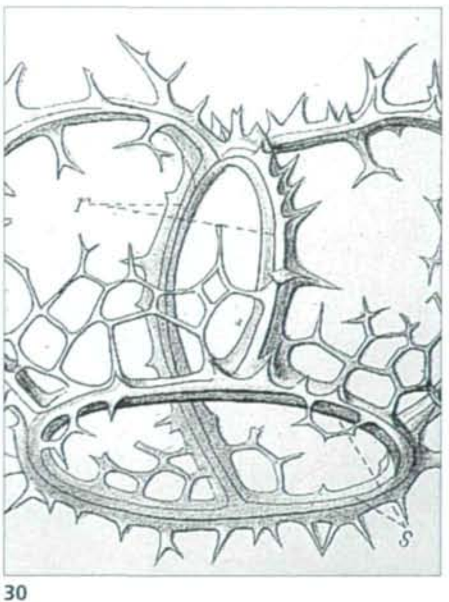
Daß hinter jeder den tausenden beschriebenen artspezifischen Gestalten, die im Ozean schweben, eine andere ökologische Nische, eine andere Lebensweise steht, ist kaum vorstellbar. Welche klar unterscheidbaren Auslesezwänge halten die klar unterscheidbaren

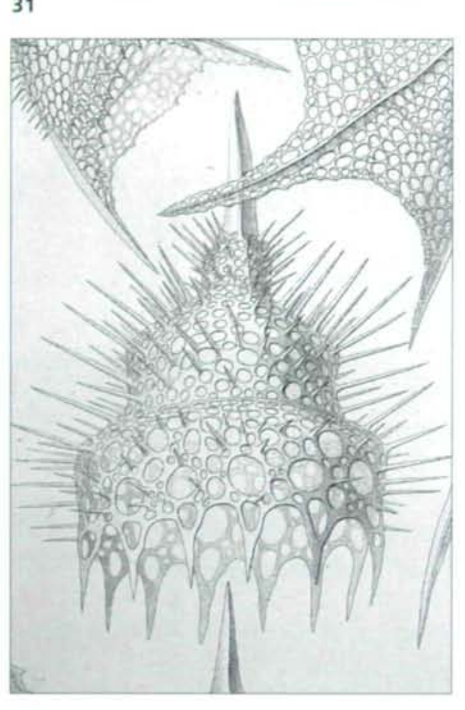

27


29


31


28

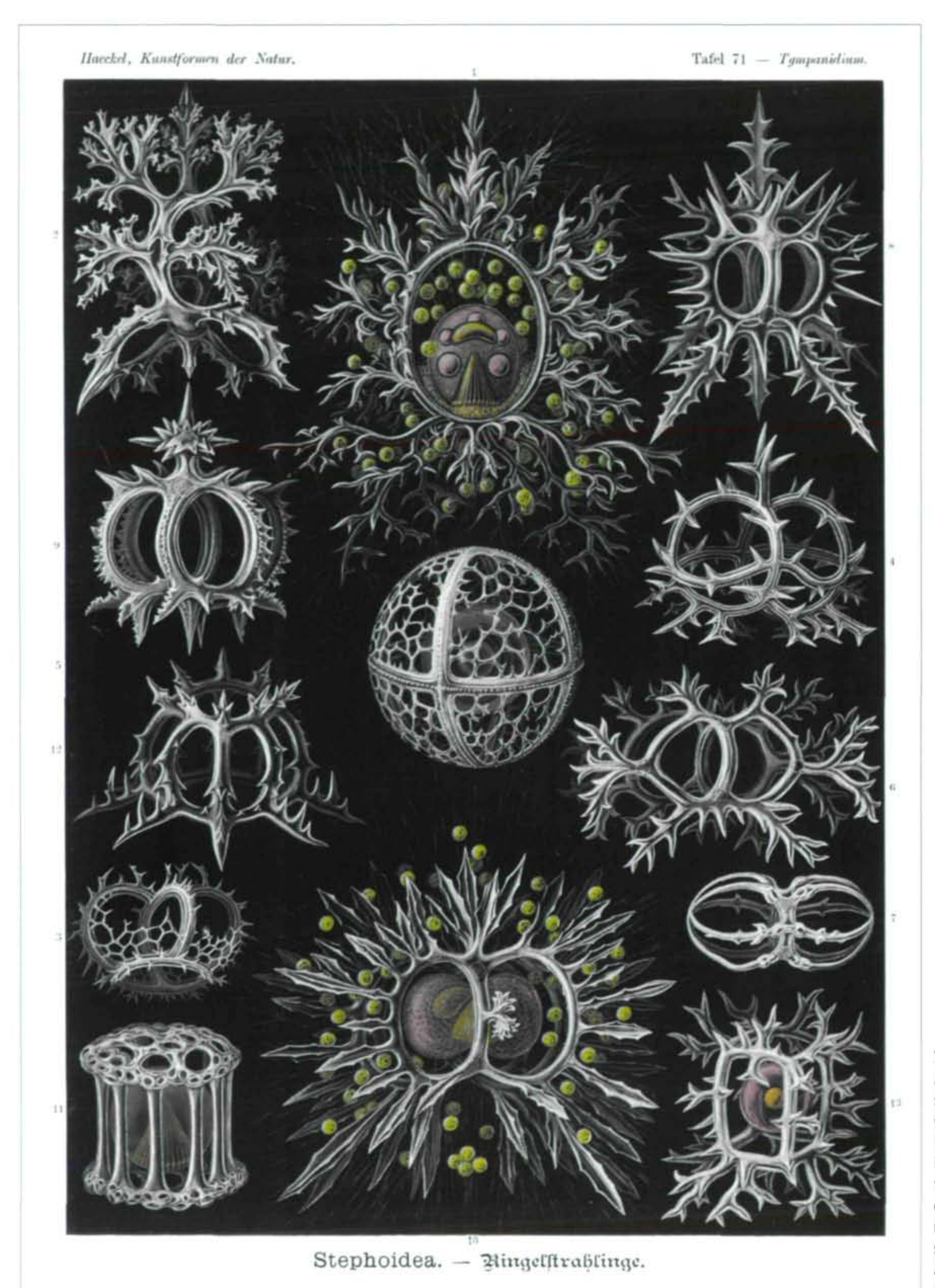

30


32

33

Abb.:
27: *Lithornithium falco* (HAECKEL) 400x verg. aus HAECKEL (1887b: Pl. 67/1).
28: Erst kürzlich wieder Vorbild für eine Gravur der Glasfachschule Kramsach. Naturhistorisches Museum Wien.
29: *Trissocyclus sphaeridium* (HAECKEL) – jene fast gotisch wirkende Gitterkugel aus der Familie der Coronidae aus HAECKEL (1887b: Pl. 93/12; vgl. Tafel 1/5).
30: *Acanthodesmia corona* (HAECKEL), Artname sv. wie „Dornengezierte Krone" Familie der Coroniden aus HACEKEL (1887: Pl. 93/5).
31: *Dictyocodon annasethe* (HAECKEL) 400x verg. „Diese schöne Art ist dem Gedächtnis von Anna HAECKEL (1835-1864), geborene SETHE, gewidmet". Aus HAECKEL (1887b: Pl. 71/11).
32: *Calocyclas monumentum* aus HAECKEL (1887b: Pl. 73/9).

33: *Alacorys bismarckii* (HAECKEL) 200x vergr. Der Kommentar zeigt HAECKEL leider auch als politisches Kind der Zeit: „Diese stattliche Art, einem Monument auf fünf Säulen gleich, wurde zu Ehren des Fürsten Otto von BISMARCK benannt, des genialen Gründers des neuen Deutschen Reiches und seiner hoffnungsvollen Kolonialmacht. Er wurde als praktischer Kenner der deutschen Stammesgeschichte am 31. Juli 1892 in Jena zum ersten Doktor der Phylogenie honoris causa ernannt." Aus HAECKEL (1887b: Pl. 65/3).



Tafel 1, vgl. Abb. 2: *Stephoidea*, Ringelstrahlige (bei dieser Ordnung bespricht HAECKEL die Xanthellen, die symbiontische Zusatzverpflegung in Form stets mitgeführter photosynthetisierender Algen (aus HAECKEL 1899-1904: Taf. 71).

Arten konstant – über Jahrmillionen hinweg, während deren sie wiedererkennbar bleiben – fossil wie rezent?

Zwei Erklärungsmechanismen sind hier denkbar, wenn auch nicht erschöpfend: Einzelnen dieser Formen konnten bestimmte Umweltbedingungen zugeordnet werden – wie klimatologischen Leitorganismen oder Indikatorarten – gekoppelt an bestimmte pH und Temperaturbereiche, bestimmte Tiefen, Drucke, ozeanographische Faktoren.

Vor allem aber scheint es innere Auslesezwänge der Zellmechanik zu geben, welche doch nicht alle der unendlich vielen möglichen Skelettarchitekturen zulassen. HAECKELS Zeitgenossen verglichen dies mit Kristallisationsvorgängen, auch wegen der Symmetrieachsen und Symmetrieebenen.

Seit den interdisziplinären Studien des „Instituts für leichte Flächentragwerke" (I.L.; HELMCKE & BACH 1990) der Universität Stuttgart zur Entstehung organischer Gerüste, Schalen und „Pneus" sind auch Minimalflächen- und Schaumbildungsprozesse in Betracht zu ziehen, wie sie sich in Experimenten mit Tauchlack und Seifenlösungen untersuchen lassen. Der zu HAECKELS Lebenszeit berühmte Biologe Otto BÜTSCHLI, der Zellgewebestrukturen mit den Wabenmustern von Schäumen verglich, („BÜTSCHLIsche Schäume") beschäftigte sich auch mit Radiolarien (BÜTSCHLI 1892). BÜTSCHLI hätte sich gefreut, in einer Publikation des Stuttgarter Instituts für leichte Flächentragwerke Modellversuche zu sehen, welche die Gitterkugeln von Radiolarienskeletten aus den Hohlräumen zwischen Schaumblasen herleiten (I.L. 9/1973: Pneus in Natur und Technik).Vielleicht könnte auch die Kunst von Glasbläsern Beiträge zum Verständnis von Radiolarienskeletten leisten (Abb. 22–24).

Die eingangs erwähnte Frage, welche Selektionsfaktoren bei Planktonprotisten gleicher Lebensweise die artkonstant unterscheidbaren Gestalten aufrechterhalten, muß jedoch im wesentlichen offen bleiben. HAECKEL hatte damit interessanterweise kein Problem – aber er war ja, ebensowenig wie DARWIN, ein Darwinist im heutigen Sinn. Er hatte auch kein Problem, den zutiefst menschlichen Begriff „Kunst" auf unbewußt ablaufende Lebensprozesse zu übertragen.

„Kunstformen der Natur" (1899-1904)

Der bekannte Berliner Zoologe Karl MÖBIUS, dem HAECKEL die mehrbändige Radiolarienmonographie schenkte, schrieb ihm begeistert (23. November 1987): „Es wird mir wundervollen Stoff für eine 'Aesthetik der Tierwelt', über die ich seit mehreren Jahren nachgedacht und auch schon manches aufgeschrieben habe, liefern". HAECKEL Biographin E. KRAUßE vermutet, daß es die von MÖBIUS 1895 veröffentlichten Vorlesungen über die Ästhetik der Tierwelt waren, die HAECKEL veranlaßten, in der Blütezeit des Jugendstils in den Jahren 1899-1904 die „Kunstformen der Natur" in Druck zu geben. Auf 100 Tafeln zusammenkomponierte formschöne, meist radiärsymmetrische Beispiele aus dem Protisten-, Pflanzen- und Tierreiche sollten den Bildungsbürger in ästhetisches Staunen versetzen und ihm berührend schönes Anschauungsmaterial zu HAECKELS populärwissenschaftlichen Werken nachreichen.

„Der Hauptzweck meiner 'Kunstformen der Natur' war ein ästhetischer: Ich wollte weiteren gebildeten Kreisen den Zugang zu den wunderbaren Schätzen der Schönheit öffnen, die in den Tiefen des Meeres verborgen oder wegen ihrer geringen Größe nur durch das Mikroskop erkennbar sind. Damit verknüpfe ich aber zugleich den **wissenschaftlichen** Zweck, den Einblick in den Wunderbau der eigentümlichen Organisation dieser Formen zu erschließen."

„Vor allen anderen Klassen habe ich hier die Radiolarien, Medusen, Siphonophoren und Korallen berücksichtigt, mit deren speziellem Studium ich mich seit fünfzig Jahren eingehend beschäftigt und über die ich im ganzen mehr als 400 Tafeln publiziert habe". „Indessen habe ich auch den bekannten höheren Klassen wenigstens je eine Tafel gewidmet. Die 100 Tafeln stellen somit zugleich einen populären **biologischen Atlas** dar, der zur Illustration meiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" dienen kann", schrieb E. HAECKEL im Nachwort zu sämtlichen Lieferungen der „Kunstformen" (Taf. 1).

Doch schon im Vorwort (1899) wendet er sich an die andere Zielgruppe: „Die moderne **bildende** Kunst und das mächtig empor-

geblühte Kunstgewerbe werden in diesen wahren 'Kunstformen der Natur' eine reiche Fülle neuer und schöner Motive finden."

„Die Ähnlichkeit vieler Radiolarienskelette mit den Erzeugnissen menschlicher Kunsttätigkeit ist höchst auffallend. Da finden wir beispielshalber eine großartige Rüstkammer von allen möglichen Waffen vor: Schutzwaffen in Form von Panzerhemden und Helmen, Schildern und Schienen; Angriffswaffen in Form von Spießen und Lanzen, Pfeilen und Enterhaken. Da finden wir die zierlichen Schmuckstücke: Kronen und Diademe, Ringe und Ketten; Ordensdekorationen: Kreuze und Sterne usw. in unendlicher Mannigfaltigkeit. Viele dieser Kunstformen sind im ganzen und im einzelnen den Produkten hochentwickelter menschlicher Kunst so ähnlich, daß man in beiden auf die Gleichheit des schöpferischen Kunsttriebes schließen könnte. Und doch liegt nur Konvergenz beider Produkte vor. Bewußtsein können wir in der Zellseele der Radiolarien so wenig annehmen, wie im Seelenleben der Pflanzen und der meisten niederen Tiere. Vielmehr müssen wir ihnen unbewußte Empfindung zuschreiben" (HAECKEL 1914/1924: 12).

Phantasievoll genug um die damaligen Kunstgewerbler anzuregen, waren auch HAECKELS Assoziationen bei der Namengebung der von ihm beschriebenen Challenger Radiolarien (Abb. 23, 27-33).

„Man folgt mit Lächeln hier auch der kleinen Not des Entdeckers, der 4000 neue lateinische Doppelnamen erfinden sollte!" (BÖLSCHE 1921).

Die Wirkung von HAECKELS „Kunstformen" auf die Jugendstilepoche war durchschlagend. Nicht ohne Stolz berichtet HAECKEL vom Bekenntnis des französischen Stararchitekten René BINET, für das Hauptportal der Pariser Weltausstellung 1900 durch das Radiolar *Clathrocanium reginae* (HAECKEL) angeregt worden zu sein (Abb. 23-26). In seinen „Esquisses décoratives" beschreibt René BINET (1902) die vielfältige Inspiration, die er und andere Künstler aus den Prachtbänden des deutschen Biologen zögen. Auch die eleganten Strömungsfiguren von Quallen und Siphonophoren kamen dem Formwillen des Jugendstils entgegen, den man ja mit seinen fließenden Linien als das letzte Aufbäumen der dekorativen Kunst gegen das maschinelle Ornament sehen kann (auch wenn sich die Industrie letztlich auch des Jugendstils bemächtigte, war er seinem Wesen nach stärker handwerklich bestimmt als alles danach). Vor allem die Jugendstil-**Glaskunst** erhielt durch die glasig-organischen Medusen starke Impulse.

Eine der aufregendsten, nicht symmetrisch oder rhythmisch bestimmten „Jugendstil"-Gestalten der „Kunstformen" ist wohl die Staatsqualle *Desmonema annasethe* (HAECKEL) – vom Entdecker wegen ihrer berührenden Schönheit – wie könnte es anders sein – wiederum nach seiner unvergessenen ersten Frau Anna SETHE benannt.

Zahlreiche freundliche Geschenke hätten ihm die ornamentale Verwertbarkeit seiner



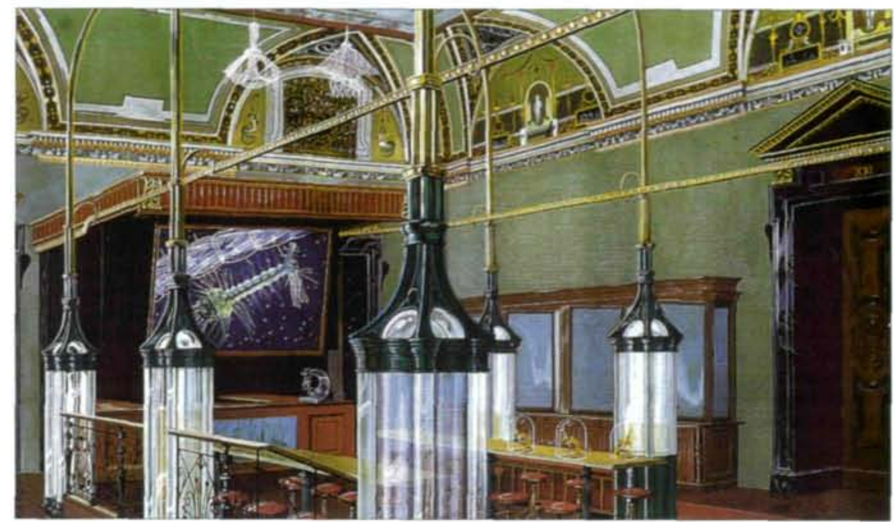


Abb. 34:
Zwei Ansichten des geplanten HAECKEL-Saals im Naturhistorischen Museum Wien (B. LÖTSCH und D. GROEBNER 1996).

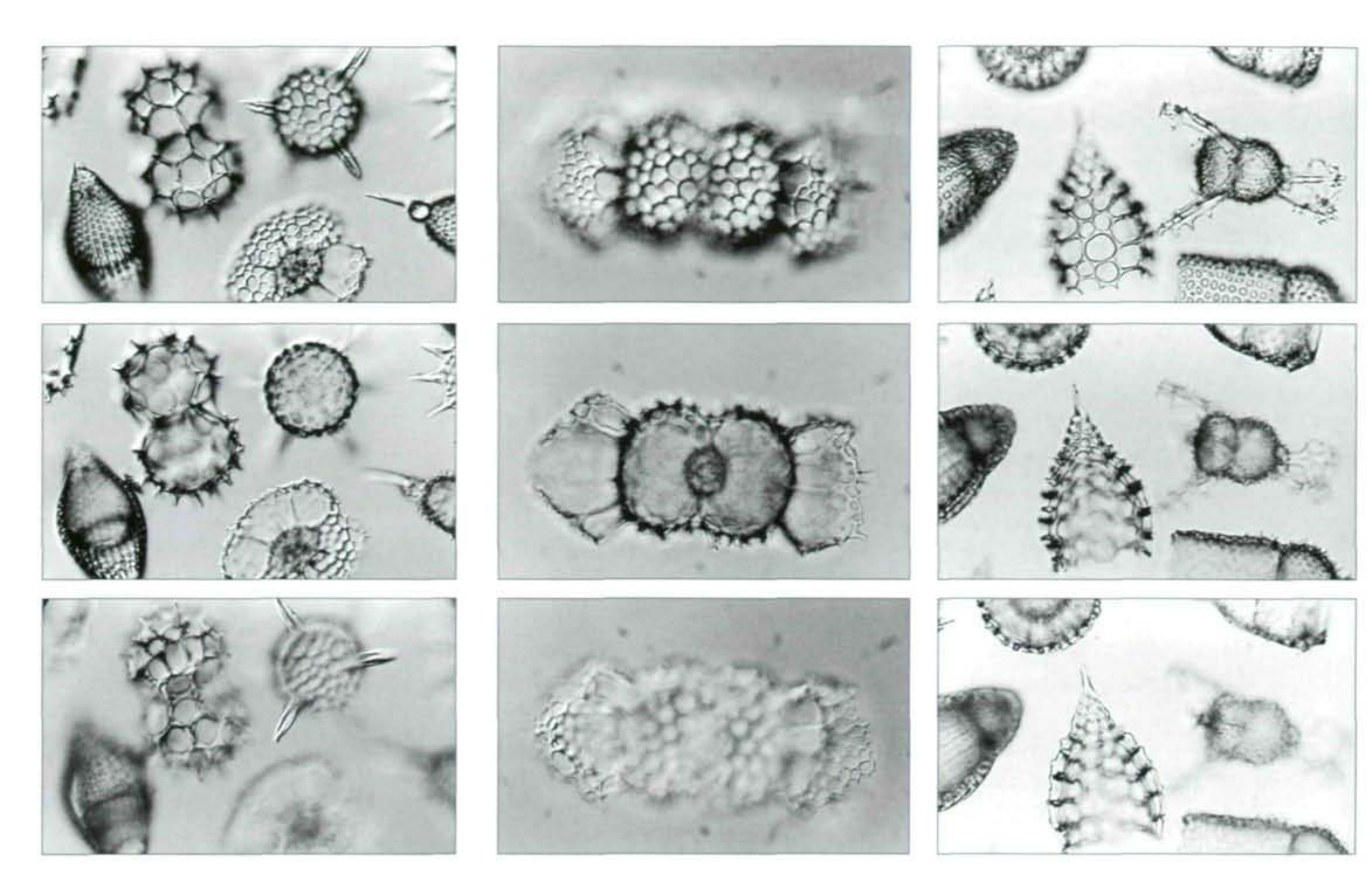


Abb.35:
Verschiedene Schärfenebenen.
Fotos: LÖTSCH nach einer Typenplatte von Gerhard Göke.

„Kunstformen" bewiesen: „Möbel, Hausgeräte, Teller, Becher, Kissen, Taschen u. s. f., geschmackvoll decoriert mit den reizenden Formen der vorher erwähnten Protisten", schreibt HAECKEL (1914/1924). Berühmt sind auch die, Motiven der „Kunstformen" nachempfundenen Luster und auch andere Details im prächtigen Ozeanographischen Museum und Aquarium in Monaco.

Die Kathedralenfenster des „Mikrokosmos" nach Ernst HAECKELS Zeichnungen, 1997 im Naturhistorischen Museum Wien installiert, sind die jüngste Version architektonischer Gestaltung mit Hilfe der „Kunstformen der Natur" (Abb. 34).

Wohl am stärksten spiegelt sich das epochale Ereignis der „Kunstformen" HAECKELS im schöpferischen Werk von Hermann OBRIST (1862-1927), einem der ganz großen Organiker und Wegbereiter der Moderne. Von Geweihfarnen, Tangen, Quallen und Seeanemonen über Borstenwürmer bis zu den Radiolarien reichen die Reflexionen von OBRIST – z. B. in Radiolarienbrunnen für KRUPP von BOHLEN 1913 (Essen) oder im Kunstgewerbemuseum Zürich. Auch die Werke August ENDELLS (unter dem Einfluß OBRISTS), Louis Comfort TIFFANYS oder die Glaskunst der LOETZ-Werke quellen über von der organischen Schönheit der HAECKELschen „Kunstformen". Aufschlußreich ist auch die Dissertation von KOCKERBECK (1986) über den Einfluß HAECKELS auf den Jugendstil und das eindrucksvoll layoutierte Buch von Siegfried WICHMANN (1984): Im Werkverzeichnis von H. OBRIST finden sich noch andere starke Anregungen aus der Natur – z. B. Yellowstone I und Yellowstone II (1898).

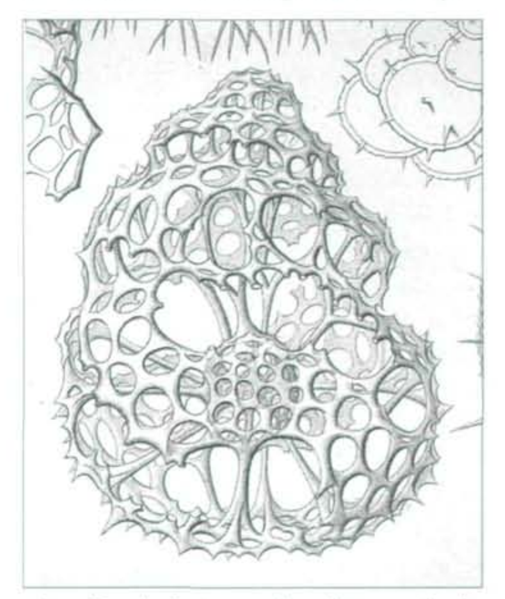
Authentisch oder manipuliert? – „Da sieht man Tiere, die gibt's gar nicht"

Mit diesem Ausspruch eines Bauern im Berliner Zoo karikierte HAECKEL die ungläubigen Kommentare zu seinen „Kunstformen der Natur".

Das skeptische Staunen der Zeitgenossen verwickelte den streitbaren Professor auch hier in zahlreiche Auseinandersetzungen: „Man behauptete ... meine Zeichnungen seien

stilisiert und die von mir wiedergegebenen Formen kämen so in der Natur nicht vor ... ihre Formen ... sollten unter dem Mikroskop, wo wir doch immer nur einen Schnitt durch den Körper zu sehen bekämen, ganz anders wirken als in der, auf den kubischen Eindruck hin ausgebauten Zeichnung. An den realen Gestalten falle einem gut geschulten Auge gerade die unkünstlerische Gestalt auf" (HAECKEL 1914/1924: 13).

„Bekanntlich hat die erstaunliche Verbesserung der modernen Mikroskope – wie wir sie namentlich meinem ... Freunde und Kollegen Ernst ABBE verdanken – zu einer ungeahnten Erweiterung und Vertiefung der Naturerkenntnis geführt, und wir suchen in unseren mikroskopischen Abbildungen alle Formverhältnisse möglichst klar und scharf darzustellen. Wir beschränken uns bei der Wiedergabe des Gesehenen keineswegs auf einen optischen Durchschnitt, sondern können durch Drehung der Mikrometerschraube des Mikroskops alle Teile des Körpers genau beobachten und dadurch ein plastisches Bild der Wirklichkeit gewinnen" (HAECKEL 1914/1924: 13).



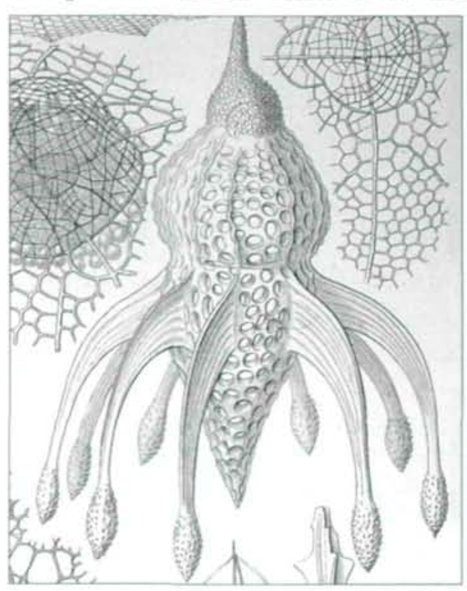


Abb. 36, 37:
Streblopyle helicina **(links).**
Theophoena corona **(rechts) aus HAECKEL (1887b: Pl. 49/9 und Pl. 70/12).**

Das Problem der zeichnerischen Raumrekonstruktion und ihrer Beweiskraft stellt sich hier in extremer Form. Arbeitet man zur Erzielung höchster Detailauflösung mit weit geöffneter Apertur-Iris, erlebt man beim Übergang von einer optischen Ebene zur anderen echte Überraschungen – so sehr differieren die verschiedenen Ansichten desselben Radiolars – und die gewissenhafteste zeichnerische Kombination zum räumlichen Skelett ergibt ein tatsächlich vorher so nie gesehenes Gebilde. Fotos können das nicht (Abb. 35).

Deshalb werden Radiolarien zur Steigerung der Schärfentiefe ja häufig mit stark eingeengter Apertur-Iris fotografiert – unter Inkaufnahme häßlicher Beugungsränder, sowie eines beträchtlichen Detail- und Schönheitsverlustes.

Ich habe daher schon um 1970 für Dia-Vorträge die Notwendigkeit empfunden, dem Publikum nicht nur den einen optischen Querschnitt normaler Mikrofotos zu projizieren, sondern die Zuschauer auch im großen Hörsaal zu Augenzeugen des mikroskopischen Durchschärfens zu machen. Dazu habe ich eine Technik entwickelt, über die sich HAECKEL gewiß gefreut hätte: Das Mehrschichtdia. Je nach Objekt werden 2 bis 3 repräsentative optische Querschnitte bei hoher Apertur auf getrennte Dias gebannt. Die Dias werden in ein und demselben Rahmen paßgenau zusammengefaßt, wobei die Gläser **zwischen** den Filmschichten (statt zu ihrem Schutz nach außen) angebracht werden. An einem lichtstarken Projektor kann man nun das Objektiv (Lichtstärke mindestens 1:2,8) dazu verwenden, durch das fotografierte Radiolar in gleicher Weise durchzuschärfen, wie dies der Mikroskopiker durch Drehen am Schärfetrieb zu tun pflegt. Bei optisch dichteren Präparaten (wenn z. B. bei Phasen-, Interferenzkontrast, sogar bei Dunkelfeld aufgenommen wurde), kann man denselben Effekt durch Verteilung der Dias auf zwei Projektoren mit Überblendeinrichtung erzielen.

Bei strengen Hellfeldaufnahmen von Radiolarienskeletten bei hoher Apertur kann auch die Kombination der einzelnen Ebenen mit Hilfe des Vergrößerungsapparates in der Dunkelkammer ein Gewinn sein.

Den größten Fortschritt bei der Wiedergabe dieser Raumgebilde brachte die Rasterelektronenmikroskopie. Bei den fossilen Kieselskeletten spielt es ja keine Rolle, daß die Rasterelektronenmikroskopie im allgemeinen leider nur „möglichst schöne entwässerte Leichen" abbildet.

Ginge es darum, für Museen große Radiolarienmodelle herstellen zu lassen, würde ich den betreffenden Bildhauern, Kunststofftechnikern oder Glasbläsern die HAECKELschen Abbildungen nur in Verbindung mit rasterelektronenmikroskopischen Darstellungen zur Verfügung stellen. Doch hat auch die Lichtmikroskopie in den ZEISS Labors noch einen Sprung nach vorne getan: Februar 1997 konnten wir in Jena mit unseren Radiolarienpräparaten den Prototyp eines 3D Forschungsmikroskopes sehen, welches prinzipiell bis an die Auflösungsgrenze der Lichtmikroskopie geht. Es arbeitet mit einem oszillierenden Wechsel von Links/Rechts-Schrägbeleuchtungen im Kondensor, die entsprechend auf das rechte und linke Okular verteilt werden. ZEISS hat damit ein Prinzip virtuos weiterentwickelt und serienreif gemacht, das uns das erste Mal in einem Artikel des Biologen Rainer WOLF (1985) begegnete, aber auf Basis der dortigen Angaben nicht ohne weiteres reproduzierbar war.

Wie hatte Ernst ABBE die selbstbewußte Unternehmensphilosophie formuliert: „Neuerungen auf optischem Gebiet dürfen nur von ZEISS kommen". Das neue Gerät hätte ihn fasziniert – ich glaube sogar, er hätte kaum Erklärungen dazu gebraucht.

Aber auch jenseits der Raumrepräsentation stellt sich die Frage nach der Authentizität der herrlichen Tafeln in den „Kunstformen". Aufschlußreich ist hier der Vergleich mit den vorher publizierten Zeichnungen HAECKELS in der Radiolarien-Monographie – die Bände II und III, Challenger Radiolarien entstanden 1882-88 bereits unter Mitwirkung des hochbegabten Lithographen und graphischen Wegbegleiters HAECKELS, Adolf GILTSCH, der zwischen 1899 und 1904 dann auch die noch effektvolleren Bildtafeln des populären Prachtwerkes bearbeitete.

Der unmittelbare Vergleich derselben Arten zeigt die deutliche Neigung, sie für die Veröffentlichung in den „Kunstformen" einem Schönungsschritt zu unterziehen – bezeichnenderweise durch Symmetrisierung, manches wurde eleganter und perfekter (Abb. 35). Die fast ornamentale Anordnung in der Fläche, die Effektbeleuchtung vor dem tiefschwarzen Hintergrund – wie Planetoide im All – trug das ihre zur fast unwirklichen Schönheitswirkung bei (wobei man gerade letzteres nicht als illegitim oder unseriös bezeichnen sollte, wenngleich es schon erhebliche Abweichungen von jedem mikroskopisch möglichen Bildeindruck bedeutet).

Tatsache ist, daß Ernst HAECKEL diese Idealisierung durch den Lithographen für legitim hielt und auch als Wissenschaftler voll deckte. So schrieb er im Vorwort der „Kunstformen" (1899): „Bei ihrer Zusammenstellung habe ich mich auf die getreue Wiedergabe der wirklich vorhandenen Naturerzeugnisse beschränkt, dagegen von einer stilistischen Modellierung und dekorativen Verwertung abgesehen; diese überlasse ich den bildenden Künstlern selbst."

Vermutlich waren für HAECKELS Toleranz gegenüber den schönenden Eingriffen zwei Gründe maßgeblich:

1) Die „Kunstformen" waren kein wissenschaftliches Werk. Ihre wichtigste Zielgruppe waren erklärtermaßen dekorative Künstler, die man in deren Sprache erreichen wollte. Der Erfolg in diesen Kreisen gab seiner Methode recht.

2) HAECKEL wußte um die große Variabilität innerhalb jeder Art, die realen, individuellen Formen spielen sozusagen um ein arttypisches Idealbild, das man sich als Kenner zwar gut vorstellen kann, tatsächlich aber nie zu Gesicht bekommt. HAECKEL dürfte die Idealisierungen von GILTSCH vermutlich auch deshalb gerne gesehen haben, weil sie die einzelnen Arten so zeigen, wie sie die schöpferische Natur oder das überindividuelle „Zellgedächtnis" der Art wohl „gemeint haben könnte".

Rufen wir einen aktuellen Kenner in den

Zeugenstand – Prof. Manfred KAGE: Eigens für Radiolarienaufnahmen hat er Stereo-, Licht- und Rasterelekronen-Mikroskope weiterentwickeln lassen. Die „mehlartig feinen Staubkörnchen" der Radiolarienskelette handhabt KAGE mit Wimperhaaren von Schweinen, die er an Zahnstochern befestigt. Im Mittelmeer, im indischen Ozean und in der Karibik fing KAGE lebende Exemplare, studierte sie teilweise bereits vor Ort. „Mir ist kein wissenschaftliches Werk bekannt, das diese Lebensformen in solch fotographischer Genauigkeit wiedergibt und ihnen trotzdem hauchzarte Lebendigkeit verleiht. HAECKELS Werk ist unerreicht – ein kleines edles Wunder neben den großen der Natur", erklärte KAGE über die Radiolarien Monographien des streitbaren Altmeisters in einem Interview für „Geo" (Nr. 12, 1996).

Kann es Kunst in der Natur geben?

Die Natur schaffe keine Kunstwerke, denn sie sei der Gegensatz zur Kunst – war einer der häufigsten Einwände gegen das HAECKELsche Prachtwerk.

Sicher ist „künstlich" seit jeher das Gegenteil von „natürlich". Da im Wort „Kunst" aber auch „Können" steckt, war es sprachlich nicht falsch, wenn Naturforscher von „kunstvollen" Nestern der Webervögel und tierischer Bau-"Kunst" sprachen, selbst wenn das, ihnen zugrunde liegende Können nicht kulturell sondern evolutionär zustande gekommen war.

HAECKELS „Kunstformen der Natur" zeigen aber keine instinktiven tierischen „Kunstfertigkeiten", man findet dort weder Vogelnester noch Paarungstänze, weder Spinnennetze oder Bienenwaben noch Termitenbauten (wie etwa in K. v. FRISCHS „Tiere als Baumeister" [1974]). Seine „Kunstformen der Natur" sind ausschließlich ästhetisch gemeint, wie eine Galerie von Schmuckstücken, fast ein biologischer Musterkatalog für neues Jugendstil-Dekor – zugleich eine Ode an die ergreifende Schönheit der Schöpfung, meist mit zuvor noch nie gesehenen Objekten aus Mikrokosmos und Meerestiefen – Formen, die nie für ein Auge bestimmt waren („verschwendete Schönheit"), bei denen die Schönheit nur Nebenprodukt bestimmter Funktionen und nie um ihrer selbst Willen evolutionäres Zuchtprodukt war. Hier sprechen wir von „Schönheit **der** Funktion", wogegen „Schönheit **als** Funktion" nur typisch für die „Werbegraphik" und „Signalkunst" der Natur ist, etwa für den Reiz einer Blüte (Abb. 38), eines Schmetterlings, eines Pfauenrades oder eines Korallenfisches. Obwohl nicht für unser Auge bestimmt, beeindrucken uns solche Signale. Es gibt zu denken, warum sie auch dem Menschen gefallen, da wir eigentlich nicht die Ziel-Organismen („target organisms") für diese Wirkungen sind.

Dagegen sind bei Schönheiten ohne visuellen Rezeptor ohne jeden „target organism" Analogieschlüsse auf das Kunstschaffen der Kulturen besonders gewagt. Denn Kunst ist mehr als schöne Form.



Abb. 38: Orchideen (HAECKEL 1899-1904: Taf. 74).

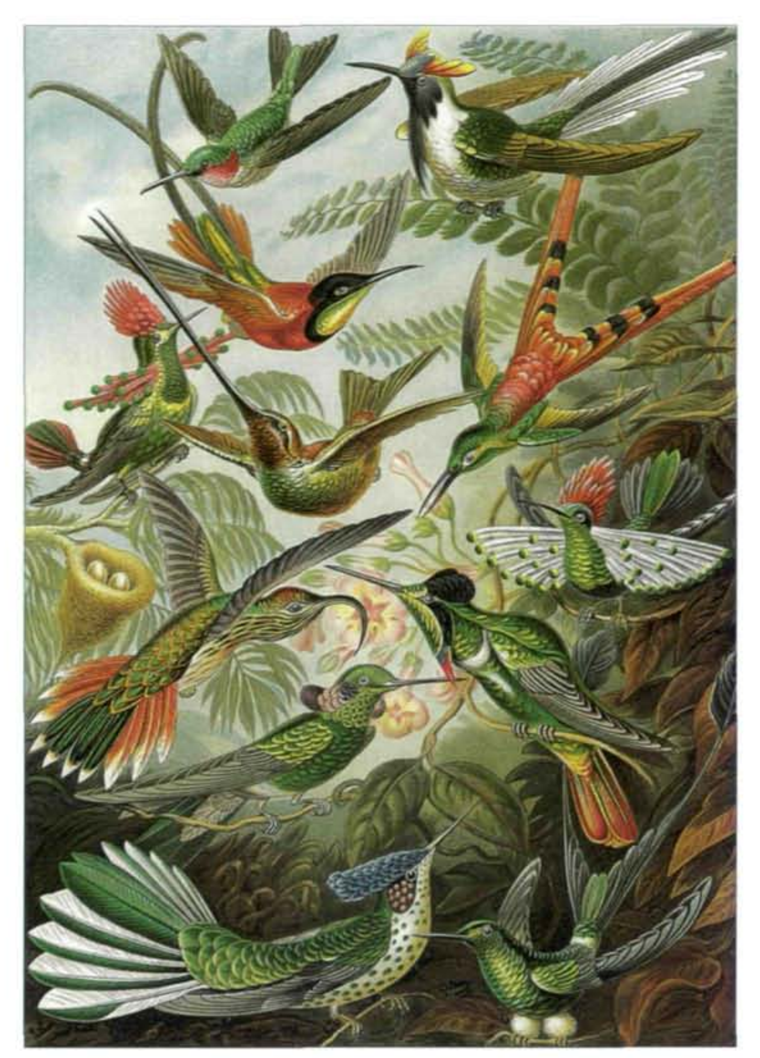


Abb. 39: Kolibris (HAECKEL 1899-1904: Taf. 99).

Was war der gemeinsame Nenner für Kunst in den Jahrzehntausenden von den Cro Magnon Höhlenmalern bis zur Neuzeit? In welcher Kunstdefinition stimmen Prähistoriker, Ethnographen, Kunsthistoriker und zuletzt auch die Humanethologen überein?

„Kunst ist Einsatz ästhetischer Mittel im Dienste der Kommunikation" (z. B. bei EIBL-EIBESFELDT 1995) – Gestaltung mit **Ausdruckswillen** also (SCHALLER 1997; wobei der „gestalterische Wurf" mitunter unreflektiert, emotional, ja unbewußt geschehen konnte, aber eine **Bedeutung** war ihm durch die Jahrtausende stets immanent).

Selbst dekorative Kunst aller Zeiten und Völker wurzelte stets in Sinnbild, Zeichen und Symbol, in Ornamenten als Sinnträger, oft mit Beschwörungs-, Abwehr- und Versöhnungsabsicht gegenüber außermenschlichen Mächten.

Um so interessanter ist HAECKELS Entgegnung auf erwähnte Angriffe, wonach „Natur" nicht kunstfähig – weil der genaue Gegensatz zu „Kunst" – sei. Diese sei dem Menschen reserviert. Er kontert bezeichnenderweise nicht mit den Radiolarien, Zieralgen, Medusen, Schwämmen und Korallen, die den Hauptteil seiner „Kunstformen"-Bände ausmachten. Er stellt vielmehr die rhetorische Frage: „ ... sollen die bewunderungswürdigen Künste der Tiere, der Gesang der Vögel, ihre Nester, die kunstvollen Bauten der Wirbeltiere und Insekten, die interessanten Liebesspiele der höheren Tiere mit ihren Tänzen, Gesängen und anderen Verführungskünsten überhaupt nicht mit den entsprechenden Leistungen der Menschen zu vergleichen sein? Gegen solche unberechtigte anthropistische Auffassung wird jeder Naturforscher Einspruch erheben, der die wundervollen Kunstleistungen der Tiere ... kennt und aus ihrer ästhetischen Betrachtung wirkliche Kunstgenüsse geschöpft hat" (HAECKEL 1914/1924: 16).

Der Mensch sei ein plazentales Säugetier, also sei „auch seine ganze Kunst ... nicht (wie man früher glaubte) das Geschenk einer übernatürlichen Macht, sondern das natürliche Produkt seines Gehirns – genauer gesagt: die Arbeit von Nervenzellen, die das Denkorgan in unserer grauen Großhirnrinde zusammensetzen" (HAECKEL 1914/1924: 16).

Abgesehen vom überzogenen Reduktionismus des zweiten Argumentes (danach wäre auch das Fernsehprogramm nur ein Produkt der Transistoren, Röhren und Schaltungen des Heimgerätes) verdient das erste Argument unsere Achtung: HAECKEL argumentiert mit Schönem, das in den „Kunstformen" kaum vorkommt – Schönheit, die entweder „Kunstfertigkeit" braucht um zu entstehen oder auf einen „Rezeptor", einen „Empfänger" hinentwickelt ist, da sie „etwas erreichen muß". Solche ästhetischen Wirkmittel zur Kommunikation sind tatsächlich der Bildenden und Darstellenden Kunst funktionsverwandt, also „kunstanalog", wenn auch nicht Kunst im menschlichen Sinn (analog heißt „funktionsgleich aber nicht entstehungsgleich").

Was er hier anspricht, findet sich im Prachtband nur ausnahmsweise am Beispiel der Kolibris, **Trochilidae** (Abb. 39): „Was aber den kleinen Kolibris ihren ganzen eigenen ästhetischen Reiz und ihre poetische Verklärung ver-

leiht", das seien, so HAECKEL „die innigen Beziehungen zu den ähnlichen schönen Blumen, von denen sie leben". Bezeichnungen wie Blumenvögel, Blütenküsser, Prachtelfen, Glanznymphen gäben dem Ausdruck, sowie „der prachtvolle, die schönsten Edelsteine nachahmende Metallglanz" durch „Diamantvögel, Topaselfen, Rubinnymphen" ausgedrückt werde. ... Wie bei den meisten anderen Vögeln ... sind auch bei den Kolibris die Männchen die Eigentümer dieser ornamentalen Vorzüge. ... Die Ursachen dieser sexuellen Differenzierung hat uns die Selektionstheorie enthüllt; ... wie die fortgesetzte „geschlechtliche Zuchtwahl" ... unbewußt die schönsten „Kunstformen der Natur" hervorgebracht hat. Der verfeinerte ästhetische Geschmack der feinsinnigen Weibchen gibt ... demjenigen Männchen den Vorzug, das sich durch Glanz und Pracht des Federschmuckes auszeichnet ... Wie im Menschenleben die Liebe, die alles überwindende Zuneigung und Hingebung der beiden Geschlechter, die unerschöpfliche Urquelle der höchsten Genüsse, der schönsten Geisteszeugnisse, der herrlichsten Schöpfungen in Dichtkunst und Tonkunst, in Malerei und Bildhauerei ist, so wird sie auch bei diesen lieblichen Vögelchen zur bewirkenden Ursache ihres unübertroffenen Schmuckes. ...das werbende Männchen entfaltet bei diesen „fliegenden Liebestänzen" nicht allein die volle Pracht seiner körperlichen Schönheit, sondern überhäuft auch das wählende Weibchen mit Zärtlichkeiten und Aufmerksamkeiten aller Art. ... Auch in bezug auf diese bedeutungsvolle sexuelle Selektion gleichen die Kolibris den ähnlich geschmückten ... Schmetterlingen, die ja ebenfalls 'Blumenvögel' sind. Wie die besondere Form des langen Schmetterlingsrüssels dazu dient, diese lange Saugzunge in die Tiefe der Blumenkelche zu versenken ... so gilt dasselbe auch von dem langen und dünnen Schnabel der Kolibris und von der zweispaltigen, darin verborgenen Zunge."

HAECKEL beschreibt hier treffend das Phänomen konvergenter Evolution bei Vögeln und Insekten – die Analogien von Blütenbesuchern. Im ersten Teil jedoch bespricht er Analogien in der „Kunst des Liebeswerbens" als Quelle von Schönheit. Sie setzen in diesem Fall **augen**orientierte Gruppen des Tierreiches voraus.

Bei Hunden wäre ein irisierender Schillerpelz verschwendet, ihr Ausschnitt der Wirklichkeit besteht aus Gerüchen, möglichst artspezifischen (Parfum stößt ab). Ich vermute im Schwanzwedeln die bereitwillige Preisgabe und Zufächelung ihres Analaromas.

Deshalb haben die Augenwesen Mensch und Vogel auf ästhetischem Gebiet viel mehr gemeinsam. **„Wären Vögel keine Augentiere, wären Vögel nicht so schön – und wär'n wir keine Augentiere, dann säh'n wir nicht wie schön."**

Im Vorwort für Jürgen NIKOLAIS Buch „Vogelleben" (1973/1975) meinte LORENZ pointiert : „... wie wir selbst, so sind sie Augentiere und wie uns dienen ihnen der Gehörsinn und die stimmlichen Äußerungen zur sozialen Verständigung. ... Die Betonung des Gesichts- und Gehörsinnes bringt es mit sich, daß die Vögel unser ästhetisches Empfinden stark ansprechen. Wären wir 'Nasentiere', wie es Hunde und viele andere Säugetiere sind, gäbe es keine Vogel-Liebhaberei. Anstatt uns auf Waldspaziergängen am Gesang der Gefiederten zu erfreuen, würden wir an den Bauten von Fuchs und Dachs und an den Fährten von Hase und Reh schnuppern."

„Mammal sniffing societies" träten, wie Julian HUXLEY im Scherz sagte, an die Stelle der „Bird watching societies".

Aus der Ähnlichkeit der Sinnesfunktionen bei Vögeln und bei uns ergeben sich entsprechende Ähnlichkeiten des Verhaltens.

Das gestalterische Prinzip des idealen visuellen Signals beschreibt LORENZ in seiner „Verhaltensforschung" (1978: 137): „Aus biokybernetisch leicht einsehbaren Gründen ist es umso leichter, einen Empfangsapparat zu bauen, der selektiv auf ein bestimmtes Signal anspricht, je einfacher dieses ist und je mehr es gleichzeitig durch seine generelle Unwahrscheinlichkeit die Gefahr der Verwechslung mit anderen Reizkonfigurationen herabsetzt. Felix KRÜGER hat die Kombination von Einfachheit mit genereller Unwahrscheinlichkeit als **Prägnanz** bezeichnet. Es ist eine Auswirkung der Prägnanztendenz aller Wahrnehmung, wenn reine Spektralfarben und geometrisch einfach definierte Formen, oder, auf akustischem Gebiet, reine Töne, einfache und ganzzahlige Relationen ihrer Frequenzen und



Abb. 40:
***Ara macao*. Foto: LÖTSCH.**



Abb. 41:
Schmetterling *Heliconius hecale*.
Foto: SABORIO, Costa Rica.



Abb. 42:
Tropischer Laubfrosch *Agalychnis callidryas*.
Foto: M. SABORIO, Costa Rica.

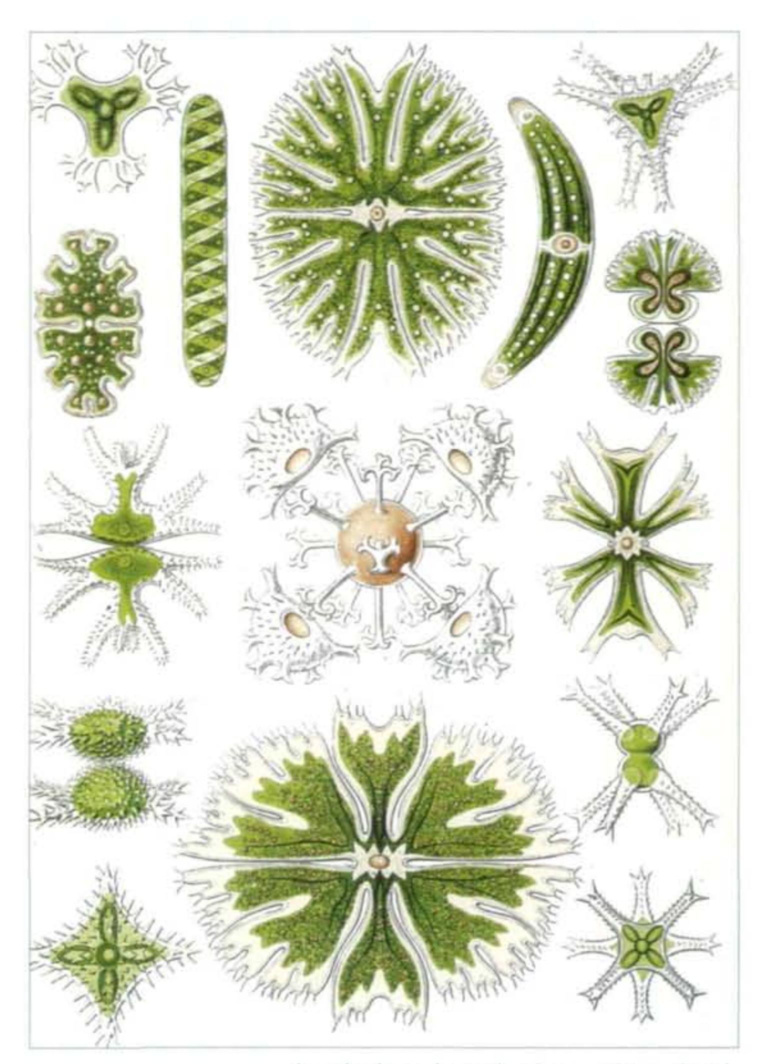


Abb. 43:
Zieralgen *(Desmidiea)* aus HAECKEL (1899-1904: Taf. 24).

ihre rhythmisch regelmäßige Aufeinanderfolge bei phylogenetisch programmierten Auslösern nahezu dieselbe Rolle spielen, wie bei menschengemachten Signalen."

Ein kurioser Fall von Analogie ist der Fall des wilden Haubenlerchen-Männchens, das lernte, den Hirtenhunden mit den gleichen Dreiklängen Kommandos zu pfeifen wie der Hirte (und damit heillose Verwirrung stiftete). Sonagramme dieses begabten Vogels zeigten überdies, daß er die, vom Hirten etwas falsch gepfiffenen, Dreiklänge bei seinen Imitationen korrigiert hatte.

Auffallend also durch Unwahrscheinlichkeit („der Reiz des Raren") und einprägsam durch Einfachheit, müssen Signale leicht speicherbare „Markenzeichen" abgeben. Das ist einsehbar (Abb. 40-42).

So wäre etwa der im Insektenpelz verfrachtete Pollenstaub bei anschließendem Besuch auf einer anderen Blütenart verschwendet. Ebenso ist es für einen mit prächtigsten Warnfarbenmustern ausgestatteten Feuersalamander, Tropenfrosch (Abb. 42), Feuerwanze, Kartoffel- oder Marienkäfer lebenswichtig, daß Freßfeinde, die mit einer solchen giftigen oder abstoßend schmeckenden Beuteart einmal schlechte Erfahrungen gemacht haben, diese beim nächsten Mal wiedererkennen und meiden.

Schließlich sind auffallende, einfache, unverwechselbare und unwahrscheinliche Muster auch nötig, um als angeborenes Wissen einer Tierart in der Erbinformation gespeichert und weitergegeben werden zu können.

Signale: Anlockung und Abstoßung. „Gleich und gleich gesellt sich gern, doch Gleiches hält auch Gleiches fern".

Auch viele Korallenfische haben ein angeborenes Wissen um die Plakatfarben (Nationalflagge) ihrer Art und reagieren stark darauf – z. B. aggressiv. (Konkurrenzverhalten und Revierbehauptung gegenüber Gleichartigen.) Damit Jungfische derselben Art ungestört heranwachsen können, müssen sie bei manchen Arten ein andersfarbiges Jugendkleid haben, also eine andere Art vortäuschen. Zur Paarung oder Schwarmbildung hingegen ist das selbe Signal positiv besetzt. Das Signal hat demnach nur „optisch stark" zu sein, seine Gestalt sagt nichts über Gut und Böse, denn ob es lockt oder schreckt, bestimmt die Situation. So gehören Gifttiere mit ihren farbstarken Warnmustern zu den prächtigsten Gestalten der Evolution.

Auch Schmetterlinge „fliegen" (im wahrsten Sinne) auf das Flügelmuster ihrer Art. Wieder wird verständlich, warum visuelle Signale klar erkennbare Ordnungen brauchen, wofür die symmetrischen Strukturen der Blüten – die sich dann in unzähligen Schöpfungen der Kunst aller Zeiten wiederfinden – das beste Beispiel sind.

Schlußfolgerungen aus: Kann es „Kunst" in der Natur geben

Die belebte Natur schafft sehr wohl „Kunstanaloges" – Schönheit mit Lock-, Warn- und Kommunikationsfunktion: **„Schönheit als Funktion"**. HAECKEL war auch dieses Thema vertraut, wie seine Tafeln 99

Kolibris (Abb. 39) und 74 Orchideen (Abb. 38) (*Cypripedium*) und seine Kommentare zeigen, aber in nur zwei der 100 Tafeln.

Auf den Hauptteil von HAECKELS Prachtband „Kunstformen der Natur" trifft dies eben nicht zu. Hier sind überwiegend ästhetisch eindrucksvolle Formen ohne kommunikative Komponente zusammengestellt, Schönheiten, die – für **kein** Auge bestimmt – als Nebenprodukt konstruktiver Merkmale, Begleiterscheinung zellmechanischer, statischer, schützender oder das Schweben erleichternder Funktionen entstanden sind: **„Schönheit der Funktion"**.

Diesen ist aber kein Ausdruckswille, kein Signalwert und kein Rezeptor zuzuordnen – sie sind daher nicht einmal „kunstanalog". Sie sind auch nicht das Produkt instinktiven Könnens höherer Tiere, dem man umgangssprachlich wenigstens den Begriff „Kunstfertigkeit" zuordnen könnte.

HAECKELS „Kunstformen der Natur" sind eigentlich „Naturformen für die Kunst" – hätten unter diesem Titel aber vermutlich nicht so eingeschlagen. Außerdem wären sie damit nicht zur philosophischen Herausforderung geworden, die wir noch ein Jahrhundert danach empfinden. HAECKELS „Kunstformen" sind ein „Vokabelschatz des Schönen" aus der Natur. Um Kunst daraus entstehen zu lassen, bedarf es seit jeher begabter Menschen, welche diesen Schatz in ihre visuelle Sprache holen. Dieses Angebot wurde verstanden und vielfältig umgesetzt, wenn auch nie ausgeschöpft.

Albrecht DÜRER wußte um solche Wege schon Jahrhunderte davor: „Die Kunst liegt in der Natur, wer sie **heraus kann reißen, der hat sie.**"

Warum sind Radiolarien so schön?

Diese Schönheit ist nicht evolutionäres Zuchtziel. Es gibt keine ästhetische Auslese-Instanz, welche Schönheit hier mit Fortpflanzungserfolg belohnt. Daß wir uns für Radiolarien begeistern – ist es nur ein Spiel von Zufällen? Einer davon war die Erfindung des Mikroskops. Dies gilt auch für die „Kunstformen" der „Zier"algen (was „zieren" sie denn?), gilt für die Kieselalgen und Peridineen, Globigerinen und Foraminiferen ... (Abb. 43, 44).

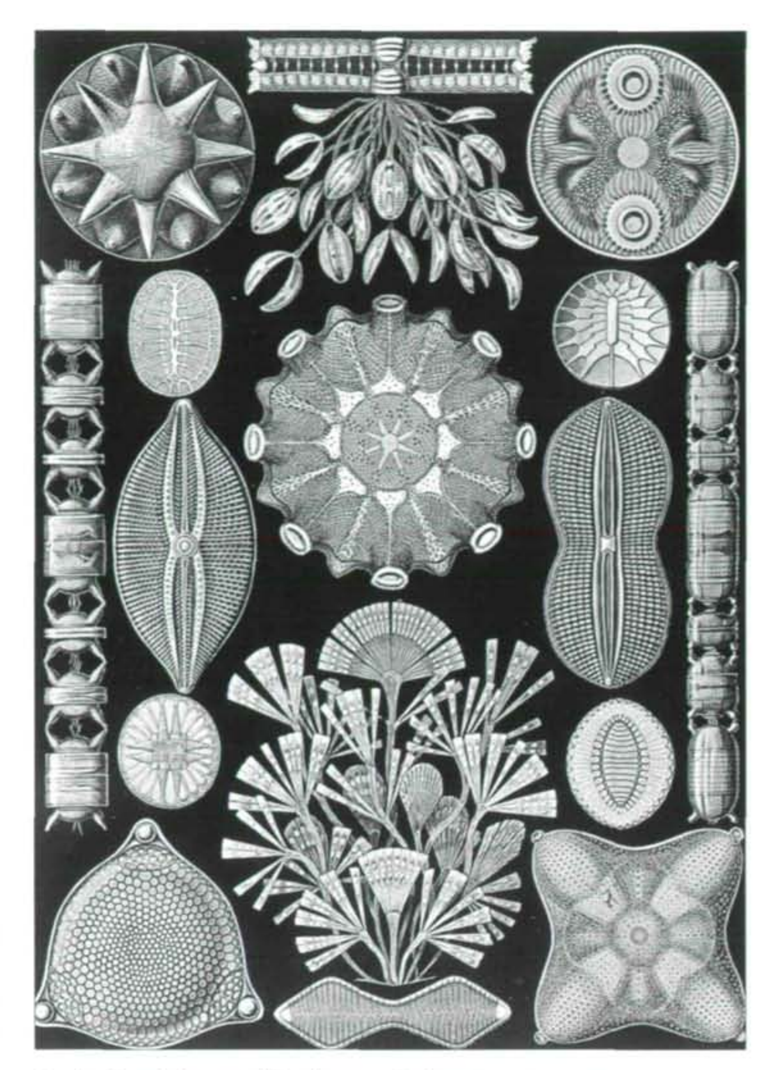


Abb. 44: Kieselalgen *(Diatomea)* aus HAECKEL (1899-1904: Taf. 84).

Schönheit ist hier durch den Empfänger definiert, mit dem niemand rechnen konnte: Unser Wahrnehmungsapparat – wie auch der anderer augenorientierter Tiere – fällt auf bestimmte Muster herein. Unter welchen Umständen passieren der Natur solche Schmuckformen, die nichts zu schmücken haben?

Dies birgt zwei Fragen: 1. Wie kommt es beim spielerischen Formenwerfen im Baugeschehen der Natur zu solchen Würfen? 2. Warum erkennen Augenwesen wie wir sie als schön?

Ästhetik kommt von „aisthesis" (griech. Empfinden, Spüren – lebt heute noch in „anästhesie" weiter, „unempfindlich machen"). Was die Naturformen seit Jahrtausenden zum Vorbild für Kunstformen werden lasse, beruhe zum größten Teile auf ihrer Schönheit, „d. h. auf dem Lustgefühl, das ihre



Abb. 45:
Gesteinsdünnschliff im polarisierten Licht, kaleidoskopisch vervielfacht (C. Zeiss-Kalender).



Abb. 46:
Radiärblüte, kultivierte Gartenform von *Zinnia*. Foto: LÖTSCH.



Abb. 47:
Gotische Rosette, Regenbogen- und pflanzliche Elemente, Straßburger Münster. Foto: LÖTSCH.

Betrachtung erregt" (HAECKEL 1904: 145).

Ab hier spürt HAECKEL dem Naturschönen jedoch nicht in erster Linie wahrnehmungspsychologisch nach, wie wir dies heute tun, sondern sucht dies als beschreibender Morphologe im Rahmen seiner „Grundformenlehre" (Promorphologie) zu tun: Diese lebe wesentlich von den Symmetriegesetzen. So wie der wichtigste Zweig der Mineralogie, die Kristallographie, mit ihrem scharfsichtigen System die Gestaltgesetze der anorganischen Materie zu beschreiben habe, so biete seine Promorphologie ein klares System für die Grundformen des Lebendigen.

Beide suchten in realen Körpern ideale Symmetriegesetze zu entdecken und mathematisch auszudrücken. Sie liest sich für heutige Begriffe etwas mühsam und mit begrenztem Gewinn – mit ihren Zentrostigmen, Zentraxonien, Zentroplanen, Zentraporien – etwa im 8. Kapitel seiner „Lebenswunder" (HAECKEL 1904: 138-145) und ausführlicher in den „Kunstformen" (HAECKEL 1899-1904: 9-47).

HAECKELS biologische Ästhetik schließlich findet sich in dichtester Form in seinen Lebenswundern (HAECKEL 1904: 145-148): „Die Schönheit der Naturformen". Sie erkennt die große Bedeutung, welche Ordnung und Regelmäßigkeit für unseren Schönheitssinn hat. Dieses Wissen ist fast so alt wie unser Denken – bedeutet das griechische Wort für „Ordnung", Kosmos doch zugleich auch „Schmuck" und „Verschönerung", woran auch „Kosmetik" erinnert. In der neueren Literatur finden sich die Zusammenhänge zwischen Ordnung und Schönheitsempfinden z. B. bei GOMBRICH (1982), LÖTSCH (1985, 1988, 1989) und EIBL-EIBESFELDT (1995). Bei EIBL-EIBESFELDT findet sich auch erstmals die Idee der Phytophilie, der angeborenen Präferenz für Vegetationsformen, die umweltpsychologisch relevant ist und bis zu Pflanzensubstituten in der dekorativen Kunst reicht.

HAECKEL sieht zwei Ebenen der Ästhetik:

I. „**Direkte oder sinnliche Schönheit** (Objekte der sensuellen Ästhetik)";

II. „Indirekte oder associale Schönheit (beruhend auf besonderen Associonsgebieten (der Denkherde, Vernunftsphäre)" – sie umfasse „viel höhere und wertvollere ästhetische Funktionen".

Unter **I.** reiht er

1. **Einfache Schönheit**: ... Kugel, Kristall als Gegensatz zu formlosem Hintergrund, reine Kontrastfarben oder ein reiner Glockenton.

HAECKEL hat hier bereits den Reiz des Raren, die reine Geometrie, klare Farben und Töne als Kontrast zu Ungeordnetem erkannt – allerdings als simpelste, unterste Stufe des Ästhetischen (auf die sich auch die Architektur des 20. Jahrhunderts reduziert hat – wobei Primitivität und Einfallslosigkeit durch Megadimensionen in Glas und Metall überkompensiert werden).

2. **Rhythmische Schönheit:** ... bewirkt durch Wiederholung, z. B. in einer Perlenkette oder einer *Nostoc* (Blaualgenkette) oder Zellreihen von Diatomeen; in der Musik taktmäßige Folge gleicher Töne.

Die Moderne nützt dieses Prinzip zwar tausendfältig aber in einer nie zuvor möglichen Monotonie, wie die Maschinen die Fertigteile ausspeien. Daher unterscheiden wir heute zwischen Stereotypie (Wiederholung von Identem – Merkmal der Industriewelt) – und Rhythmus (Wiederholung des Gleichen, wie es das Leben und das Handwerk seit jeher tun).

3. **Aktinale Schönheit**: ... gleichartige Formen um einen gemeinsamen Mittelpunkt um den sie ausstrahlen: z. B. Kreuz und Stern. Dreistrahlige Irisblume, vierstrahlige Medusen, fünfstrahliger Seestern, sechsstrahlige Korallen, das bekannte Spiel mit dem Kaleidoskop (Abb. 45-47)

Bis heute sind Kaleidoskopexperimente die beste Beweisführung in der Humanethologie für die überwältigend starke angeborene Bevorzugung von Radiärsymmetrien. Als der schottische Physiker Sir David BREWSTER (1781-1868) es 1819 publizierte und unter „KAL-EIDO-SKOP" „Schön-Bild-Betrachter" patentieren ließ, wurden allein in London und Paris in 3 Monaten über 200.000 Stück verkauft. Brewster hoffte, damit eine „Kunst der Farbmusik" hervorzubringen und rasch prinzipiell unendlich viele Kombinationen durchzuspielen (n. E. GOMBRICH 1982).

Die Optischen Werke Carl ZEISS produ-

zierten in den 70er Jahren unseres Jahrhunderts einen ihrer meist beachteten Bildkalender durch kaleidoskopische Spiegelung von mineralogischen Dünnschliffen und Mikrokristallen und erzielten atemberaubende ästhetische Wirkungen.

4. **Symmetrische Schönheit:** Die Lust wird bewirkt durch das Verhältnis eines Objektes zu seinem Spiegelbild...

HAECKEL erwähnt die gefalteten Tintenfleckfiguren. Auch bei Marmor und Furnieren bemühte man sich oft um solche Wirkungen. Spiegelsymmetrie (Abb. 48) ist auch eines der eindrucksvollsten Wirkmittel der Landschaftsphotographie – die Spiegelung in einem See bringt „Ordnung" in die Natur ohne die Natürlichkeit zu stören und läßt völlig neue Qualitäten erwachen.

Es steht außer Frage, daß viele Objekte in HAECKELS Kunstformen mehreren dieser Schönheitsprinzipien entsprechen – besonders auch durch ihre Anordnung im Raum. Können Prinzipien 1-4 aber die Schönheit der Radiolarien hinreichend erklären? Wohl kaum. Die realen Radiolarien passen nicht in das Schema reiner Geometrie wie Kugel und Kristall, sind meist auch nicht von idealer Symmetrie, wenngleich sie an all dies erinnern. Die eigenwillige Eleganz ihrer Kieselskelette bedarf noch anderer Erklärungen. Liegen sie in HAECKELS zweiter, „höherer" ästhetischer Erkenntnisebene – Wohlgefallen, das durch assoziative Verknüpfung von Vorstellungen entsteht?

II. Indirekte oder associale Schönheit

HAECKEL unterscheidet hier

5. **Biologische Schönheit** (Objekt der botanischen und zoologischen Ästhetik): Organismen, ihre Organe und Schauapparate erregen unser ästhetisches Interesse durch Verknüpfung mit ihrer physiologischen Bedeutung, ihren Bewegungen, ihrem praktischen Nutzen usw.

Dies ist nicht mehr das – von Nutzinteressen oder Triebmomenten **freie** Wohlgefallen der Kategorie I, welches KANT das „interesselose Wohlgefallen" nannte – sondern die „Funktionslust" des in sein Objekt verliebten Forschers, Forstwirtes oder Ingenieurs, der seine Staumauer schön findet, oder auch eines Pathologen, der mit glänzenden Augen aus der Obduktion kommt und von „wunderschönen Metastasen in der Leber" schwärmt. Radiolarienformen faszinieren aber auch jene, welche gar nichts über sie wissen, sie werden ohne Nutzinteresse zum Schauerlebnis.

6. **Anthropistische Schönheit** – der Mensch als „Maß aller Dinge"

Diese erklärt eher die physiognomische Wirkung, welche selbst Tierköpfe oder bestimmte Hausfassaden auf uns ausüben, da wir in unbelehrbarer Weise menschliche Gesichtselemente in sie hinein projizieren. Die Bedeutung der menschlichen Gestalt für unsere ästhetischen Urteile ist vielfältig – kaum jedoch auf HAECKELS „Kunstformen der Natur" anwendbar.

7. **Sexuelle Schönheit** (Objekt der erotischen Ästhetik)

HAECKEL dazu: „die besondere Lustempfindung, die durch die körperliche und geistige Wahlverwandtschaft der beiden Geschlechter hervorgerufen wird, ist phylogenetisch auf die Zellenliebe der beiderlei Sexualzellen, die Anziehungskraft von Spermazelle und Eizelle zurückzuführen". Auch sie trägt wohl nichts zur Radiolarien Ästhetik bei.

8. **Landschaftliche Schönheit** (Objekt der regionalen Ästhetik)

Ihr Zustandekommen sei, so HAECKEL „umfassender als dasjenige aller anderen ästhetischen Empfindungen". Was ihm dabei am merkwürdigsten erscheint, ist, „daß für die Schönheit der Landschaft (im Gegensatze zur Architektur und zu der Schönheit der einzelnen Naturobjekte) die absolute Unregelmäßigkeit, der Mangel von Symmetrie und von mathematisch bestimmten Grundformen die erste Vorbedingung ist. Symmetrische Ordnung der Objekte (z. B. eine doppelte Pappelallee oder eine Häuserreihe) oder radiale Figuren (z. B. Teppichbeet oder Waldstern) werden vom feineren Landschaftsgeschmack verworfen".

HAECKEL befindet sich in diesem Punkte in merkwürdiger Nähe zum berühmten



Abb. 48:
2fache Ordnung, Fachwerk und Spegelung (Les Tanneurs, Strasbourg) (Foto: B. LÖTSCH).

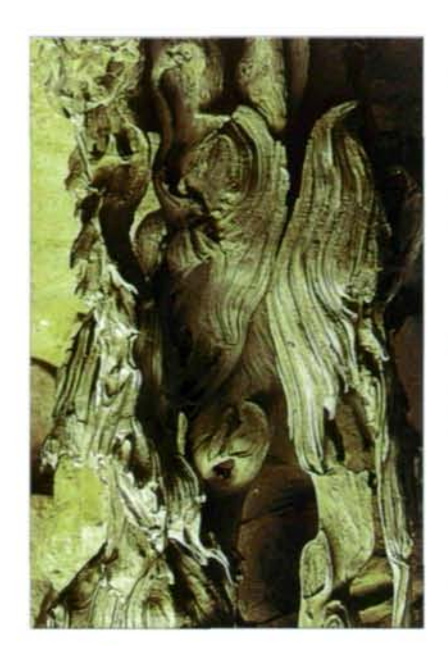


Abb. 49:
Verwitterte Holzmaserung wirkt wie Faltenwürfe oder Strömungsbilde Foto: Lötsch.



Abb. 50:
Baumschwamm – Wachstumszonen als ästhetisches Erlebnis. Foto: Lötsch.

Ausspruch des österreichischen Künstlers Friedensreich HUNDERTWASSER (um 1958). „Die gerade Linie ist gottlos!" – und „Wie du Wasser fließt, ist es gut. Der Weg, den du Wasser ganz von selbst nimmst, ist der schönste Weg."

Gilt für Punkt 8, die Landschaftsästhetik, plötzlich nichts von all jenen ästhetischen Prinzipien 1-7, die doch brauchbare, gut nachvollziehbare „Rezepte" für das Schöne enthielten? Und was hat diese aufsteigende Reihe ästhetischer Kategorien mit unserem Problem der HAECKELschen „Kunstformen der Natur" – allen voran der Radiolarien – zu tun? Doch lassen wir ihn noch einmal selbst zu Wort kommen.

„Eine vergleichende Übersicht über die acht Hauptarten der Schönheit der Naturformen zeigt uns eine zusammenhängende Entwicklungsreihe, aufsteigend vom Einfachen zum Zusammengesetzten, vom Niederen zum Höheren. Dieser Stufenleiter entspricht auch die Entwicklung des Schönheitsgefühles beim Menschen, ontogenetisch vom Kinde zum Erwachsenen, phylogenetisch vom Wilden und Barbaren zum Kulturmenschen und Kunstkritiker."

Was HAECKEL noch nicht wissen konnte

Was den Ästheten HAECKEL vor der Landschaft so erstaunt – daß bestbewährte ästhetische Erklärungsprinzipien hier nicht greifen – weder Geometrie, Regelmaß, noch strenger Rhythmus oder Symmetrien (am ehesten noch die des Farbkontrastes) – dieses Ungenügen an gängigen Erklärungsmodellen (auch seiner Promorphologie) begegnet uns auch vor Einzelobjekten, die – obwohl übereinstimmend als hochästhetisch eingestuft – in keines der bisherigen ästhetischen Schemata passen.

Die allgemeiner anwendbaren Schönheitsregeln standen noch aus, die ästhetische Weltformel fehlte.

Was gefällt uns an den Schlingen eines Flußmäanders, den Verästelungen eines Flußdeltas oder einer Baumkrone, was macht die Schönheit eines Berges aus, oben angezuckert vom ersten Schnee, was fasziniert uns an den bizarren Formen schmelzender Eisberge, an den sanft schwingenden Dünen der Sahara, was überzeugt uns an Stromlinienformen, Fließgestalten von Farben in einer Küvette oder Pflanzenformen, von der Stammverjüngung bis zu den Knospen? Was erklärt die Schönheit von Hirnkorallen, *Murex* Schnecken, der Felsgestalten des Monument Valley, des Arches National Park oder einfach der Zonierung in einem angeschliffenen Achat? All diese Schönheiten sind weit entfernt von simpler Geometrie, weder radiär- noch spiegelsymmetrisch (Abb. 49, 50). Sie sind ohne erotische Auslöser, Gesichter oder menschliche Körpergestalten faszinierend.

Hier hilft uns die evolutionäre Erkenntnistheorie von Konrad LORENZ, Karl POPPER, Donald CAMPBELL und Rupert RIEDL, die wir Mitte der 80er Jahre auch auf ästhetische Belange anzuwenden begannen: Als Rupert RIEDL (1987: 309) in seinem vielbeachteten Plädoyer für die Gegenständlichkeit in der Kunst die Forderung nach Erkennbarkeit, Sinn und Bedeutung von Bildinhalten zum menschlichen Grundrecht jedes Kunstbetrachters erklärte, gab er uns – ohne es zunächst zu beabsichtigen – auch einen Schlüssel zum Verständnis des Schönen in die Hand: „Zum vorliegenden Thema gehören vor allem jene dieser menschlichen Universalien, die uns fortgesetzt nach Gesetzlichkeit suchen lassen, nach Gestalten und nach den Zwecken, dem Sinn der Dinge. Und diese Erwartungen sind in unserer menschlichen Natur deshalb so unverbrüchlich verankert, weil sie uns die Prognostik der Lebensumstände und damit das Überleben sicherten. Wer sie verlor, war längst aus der Reihe unserer Vorfahren ausgeschieden.

Es möchte mir darum scheinen, daß es bislang immer ein Anliegen der Künste war, nach den Maßen ihrer Ausdrucksmittel einigen oder allen diesen Erwartungen der Menschenseele symbolhaft, ja überhöht zu entsprechen: in der Gesetzlichkeit des einfachsten Ornaments oder Rhythmus, in der einfachsten Magie der Gestalt des Wildes oder der Fruchtbarkeit und deren Sinn für die menschliche Kreatur ebenso wie in den höchsten Differenzierungen der Künste. Und sie werden selbst wieder belebt vom Überra-

schenden, Unvorhergesehenen, das angetan ist, jene Lebensgeister zu wecken, die von der Neugierde und Exploration bis zur Forschung und zum Tiefsinn reichen."

„Was also geschieht der Kunst, wenn sie ihrer Kommunikation mit dem Menschen die Grundformen menschlicher Erwartungen entzieht? Welches andere Ding der Welt muß es sein, das keine Harmonie, keine Gestalt und keinen Sinn besitzt. Wären solche Gegenstände denkbar ohne jene selbstverstärkenden, eskalierenden Regelkreise, ohne den tiefgründigen Kunstdeuter und ohne die noch darüber entstandenen Hyperzyklen, in welche die Deuter-Händler-Künstler-Zyklen mit der Kunstpolitik einschwingen?"

Was RIEDL hier als allgemein menschliche Forderung unseres angeborenen Weltbildapparates formulierte, ist letztlich das KANTsche **a priori**, das uns mitgegeben sein muß, damit wir die Welt pragmatisch genug erkennen, um darin zu überleben (in unserem Kontext, allen voran die Causalität, die Ursache-Wirkungs-Relation). Diese Kategorien – und das war LORENZS genialer Wurf – sind in der Stammesgeschichte allmählich als evolutionäre Anpassung an die Wirklichkeit entstanden: Ein **a priori** zwar für das einzelne Menschenwesen – aber im Jahrmillionen langen informationssammelnden Prozess der Evolution aus Versuch, Irrtum, Auslese und erblicher Fixierung war dieses **a priori** – nach und nach entstanden – in Wahrheit ein **a posteriori** der menschlichen Naturgeschichte. Die erkenntnistheoretischen Konsequenzen dieser Einsicht brachte LORENZ (1941) in Königsberg „im Tiefschatten Immanuel KANTS" so eindrucksvoll zu Papier, daß ihm sogar ein Max PLANCK brieflich für diesen wichtigsten Erkenntnissprung seit KANT dankte. LORENZ (1973) selbst betrachtete die Ausformung der Theorie in der „Rückseite des Spiegels" als seinen wichtigsten Wurf.

Eine frühe Ahnung davon finden wir bereits bei HAECKEL, als er in den „Lebenswundern" von seiner biologischen Erkenntnistheorie sprach – aber die entscheidenden Schritte blieben LORENZ vorenthalten. Für RIEDL war es dann unter anderem der Ansatz, um Sinn und Gegeständlichkeit als Universalien der Bildenden Kunst zu erkennen.

In unseren ästhetischen Überlegungen bot die evolutionäre Erkenntnistheorie den Schlußstein für die klaffende Erklärungslücke zwischen den simplen Signalen der Geometrie, Spiegel- und Radiärsymmetrie, Augensymbolik, Kontrast- und Plakatfarbigkeit einerseits und den subtileren Schönheiten des Organischen andererseits, die in keines dieser Modelle passen: der gemeinsame Nenner für das Schöne in der menschlichen Wahrnehmung liegt in der Fähigkeit des *Homo sapiens* zum „denkenden Schauen", „sich auf alles, was er sieht, einen Reim zu machen". Dies hat ihn zum Erfolgstyp der Evolution werden lassen: sein rastloses Erspüren von Ursache und Wirkung, seine Suche nach Gesetzmäßigkeiten, nach Sinn und Bedeutung aller Erscheinungen. Sie verlieh diesem Werkzeug- und Feueraffen Macht – nämlich Vorhersagbarkeit von Lebensumständen, die Reaktionen seiner Umwelt wurden prognostizierbar – und damit beherrschbar und nutzbar.

Gestalten, welche **die Wirkung formender Kräfte** verraten, erzeugen in ihm höchstes Wohlgefallen – sei es die **ablesbare Statik** von Pflanzenkörpern, eleganten Brücken oder Kathedralen, die ablesbaren Stromlinien von Fischen und Schiffen, Vögeln und Flugzeugen, seien es die Wechselwirkungen von Wind und Sand in den sanft schwingenden Dünen der Sahara, seien es die rhythmischen Schlingen eines Flußmäanders, seien es die gesetzmäßigen Farbfolgen eines Regenbogens, sei es das erahnte Gesetz logarithmischer Spiralen, die zugleich Wachstumsgesetze ausdrücken können, sei es das ablesbare Ordnungsprinzip geometrischer Gebilde oder die errechnete, unleugbare Schönheit fraktaler Computergraphiken.

Der Anschliff eines Oberschenkelknochens läßt in seinem Inneren entsprechend den Drucklinien die Spitzbogenarchitekur eines gotischen Kirchenschiffes erkennen (Abb. 51, 52). Selbstverständlich gelten „gotische" Konstruktionsprinzipien für viele Pflanzenstrukturen – etwa Stengelquerschnitte, die aussehen wie Turmgrundrisse. Ein über einer Straße sich schließender Buchenwald erweckt den Eindruck eines Domes.

Die faszinierenden Übereinstimmungen von Naturobjekt und Menschenwerk ergeben sich aus der Befolgung organischer Form- und Funktionsgesetze, die beim Kathedralenbau



Abb. 51: Gotisches Netzgewölbe, ablesbare Statik. Foto: LÖTSCH.



Abb. 52: Femur-Anschliff, Kraftlinien-Architektur. Foto: LÖTSCH.



Abb. 53:
Gotikfenster. Foto: LÖTSCH.



Abb. 54:
Gotische Eisenarbeit (vgl. Abb. 29, Tafel 1/5). Foto: Lötsch.

durch bewußte und unbewußte Naturerfahrung intuitiv erfaßt und in die Architektur übertragen wurden. Eben dies ist auch der Grund für den ästhetischen Reiz.

Hätten wir in der Bautechnik auf kühne statische Konstruktionen solange warten müssen, bis es auch möglich sein würde, sie wissenschaftlich zu durchschauen und vorauszuberechnen, hätte es keine gotische Architektur gegeben. Denn lange vor der rechnenden Statik fanden die gotischen Meister zu atemberaubenden statischen Lösungen, indem sie eine „Kraftlinienarchitektur" aus organischen Skelettformen erstehen ließen (wie wir sie in der Natur überall dort verwirklicht finden, wo es darum geht, mit einem Minimum an Material ein Maximum an Stabilität zu erreichen). Das spät entdeckte, künstlerisch anregendste Beispiel für solche Analogien waren eben die Radiolarien, weil sie aussehen, als hätten gotische Meister sich dort ihre Inspirationen geholt (Abb. 53-54). Wegen ihrer schwebenden Lebensweise müssen die Kieselgerüste so filigran wie möglich sein – wie es ja auch das Ideal der Domsteinmetze war, ihre Steingebilde zu „entschweren". Das Motiv der Baumeister dafür war die damals aufkommende „Lichtmystik", welche den Kirchenraum – magisch lichtdurchflutet – als Abbild des Himmels sehen wollte: „Batir avec la lumiere" ('Bauen mit Licht' nannte Abt SUGER das Grundthema seiner Architektur). Beide Aufgabenstellungen – Transparenz und Schwerelosigkeit – führten zu grazilen mineralischen Skeletten, deren ablesbare Statik den Formgesetzen des Organischen entspringt.

Kein Wunder, daß dieser frühe Blick in eine Anderswelt voll bizarrer Lebewesen, eine „Fülle von verborgenen Formen, deren eigenartige Schönheit und Mannigfaltigkeit alle von der menschlichen Phantasie geschaffenen Kunstprodukte weitaus übertrifft", HAECKELS weiteren Weg bestimmen sollte – als schicksalshafter Brückenschlag zwischen seiner Künstlernatur und seinem Forschergeist. Es waren die Radiolarien von Messina gewesen, die ihn buchstäblich zurückholten aus dem mediterranen Traum von einem Leben als Maler in die Welt der Wissenschaft: „Das ist so recht eine Arbeit für mich, da das künstlerische Element dabei so viel neben dem wissenschaftlichen zu tun hat" (HAECKEL, Zitat nach GEORGE 1996: 132).

Daß sich die Künstlernatur HAECKELS nicht nur auf Zeichenstift und Aquarell beschränkte, sondern sein Feuergeist sich auch in seinen Schriften für das staunende Bildungsbürgertum des 19. Jahrhunderts verrät, hat Wilhelm BÖLSCHE (1906), der große Volksbildner, am Beginn des 20. Jahrhunderts auf den Punkt gebracht: „Weltanschauung braucht aber jeder, und so bahnt sich von hier ein universaler, echt demokratischer 'Hunger' nach Wissenschaft an ... sucht in den Ergebnissen der Forschung nicht mehr bloß den einen oder andern Gewinn für eine technische Vervollkommnung oder ein Mittelchen für eine physische Krankheit – die ganze Inbrunst ihrer religiösen, ihrer Welt-Bedürfnisse klammert sich hier an. ... Im Laboratorium und auf der Sternwarte wollen wir erfahren, was wir sind".

Als HAECKEL seine „Anthropogenie" veröffentlichte, wurde ihm gerade das gleich „volkstümlich"-Machen seiner Ideen und Forschungen von Kollegen besonders heftig verdacht. Er habe „Subjektives" als Wissenschaft popularisiert, ehe es die wirkliche wissenschaftliche Approbation erhalten.

Es ist interessant, wie sich auch vor diesen Begriffen „subjektiv" und „wissenschaftlich" die Stellungnahme ändert, wenn man einen gewissen Zeitraum ansetzt". Nach hundert Jahren seien die anderen Bücher, die eine Zeit als objektiv gültig anerkannte, durchweg veraltet: „was man dann allein noch sucht, sind die subjektiven Bücher: In dieser Betrachtung ist die Masse, die Majorität das ewig Vergängliche, während das Individuum eine ewige Jugend und Unsterblichkeit besitzt. Darum ist die Dichtung so unverwüstlich, weil sie immer eine solche Tiefe von elementar Subjektivem enthält".

Ist es auch im Forscher eigentlich das dichterisch Intuitive, was am meisten dauert und die Nachwelt noch fesselt?

Dann hat HAECKEL, dieser wilde Unsterblichkeits-Gegner, die denkbar stärkste Chance, als Persönlichkeit in der Geisteswelt unsterblich zu werden."

Dank

Ich danke Frau Dr. E. AESCHT und Herrn Dr. G. AUBRECHT (OÖ. Landesmuseum) sowie Frau Dr. E. KRAUßE (Ernst-Haeckel-Haus) für die Hilfestellung bei den Abbildungen.

Zusammenfassung

HAECKELS Lebensweg ist eine Suche nach Schönheit. Trotz Medizinstudiums und Arztpraxis (Berlin 1858) schwankt er zwischen Malerei und Meeresbiologie. Die Radiolarien bei Messina (1859/60) treffen in ihm sowohl den Künstler wie den Forscher. Sie werden Grundlage seiner Habilitation und Professur. Die Monographie mit 144 neuen Arten (1862) begründet seinen Ruf als Zoologe.

Die Variationen innerhalb der Arten erschweren die Bestimmung und öffnen ihn 1860 für DARWINS Ideen des Artwandels, deren Vorkämpfer er in Deutschland wird.

Die „Kunstfertigkeit“ der Radiolarienskelettbildungen durch hirn- und augenlose Protoplasmakörper nähren die Vorstellung von „Zellseelen“, „Zellgedächnis“ und beseelter Materie – jene Einheit von Stoff und Geist, die typisch für seinen „Monismus“ wird.

Die Auswertung der Tiefseeproben des englischen Forschungsschiffes „Challenger“ (1872-76) krönt HAECKEL 1887 durch einen Atlas mit 3508 Erstbeschreibungen von Radiolarien und Tafelwerken über Medusen (1882), Staatsquallen (1888) und Hornschwämme (1889). Erst seit den 1870er Jahren steht die Einzellernatur der Radiolarien und ihre Symbiose mit Zooxanthellen fest. Die mikroskopische Brillanz verdankt HAECKEL der Freundschaft mit Ernst ABBE und dessen Innovationen bei ZEISS in Jena.

HAECKELS „Challenger“ Reports werden zur Grundlage des populärwissenschaftlichen Prachtwerkes in 11 Lieferungen „Kunstformen der Natur“ (1899-1904). Die starke Wirkung auf den Jugendstil (auch die Bauten der Pariser Weltausstellung 1900) beschäftigt Kunsthistoriker. Für Biologen wirft das Werk weitere Fragen auf:

1. Wie erklärt sich die Artkonstanz von über 4000 (heute über 11.000) beschriebenen Radiolarien – Formen die – kaum unterscheidbar in ihren Lebensweisen – im homogenen Medium schweben? Welch unterschiedliche Selektionszwänge hindern sie daran, grenzenlos zu variieren?

2. Wie authentisch bilden HAECKEL und sein Lithograph Adolf GILTSCH die Radiolarien ab? Der Beitrag prüft die zeichnerische Raumrekonstruktion aus optischen Querschnitten im Mikroskop und Fragen der graphischen „Schönung“. Diese ist in Form von Symmetrisierung nachweisbar – aber nocht innerhalb der Grenzen legitimer Idealisierung.

3. Gibt es „Kunstformen der Natur?“ Das Leben schafft zwar „Kunst-Analoges“ – „Ästhetik mit Ausdruck, um etwas zu bewirken“, Schönheit mit Lock-, Warn- und Kommunikationsfunktion. Doch die „verschwendete Schönheit“ von Einzellern wie Radiolarien, Diatomen, oder „Zier“algen hat keinen Empfänger und keine Botschaft. Sie ist Nebenprodukt, nie evolutionäres Zuchtziel, nicht einmal Kunst-analog. HAECKELS Prachtband müßte „Naturformen für die Kunst“ heißen.

4. Warum sind Radiolarien so schön? Selbst HAECKELS biologische Ästhetik erklärt dies nicht hinreichend. Sie erkennt zwar strenge Ordnung und Kontrast, Geometrie (wie Kugel und Kristall), Spiegelung oder strahlige Radiärsymmetrie und Rhythmus als ästhetische Wirkprinzipien. Auf die eigenwillige Eleganz realer Radiolarienskelette treffen sie meist nicht zu.

In unseren ästhetischen Überlegungen boten neue Folgerungen aus der LORENZschen und RIEDLschen evolutionären Erkenntnistheorie den Schlußstein für die klaffende Erklärungslücke zwischen den simplen Signalen der Geometrie, Spiegel- und Radiärsymmetrie, Augensymbolik, Kontrast- und Plakatfarbigkeit einerseits und den subtileren Schönheiten des Organischen andererseits, die in keines dieser Modelle passen: der gemeinsame Nenner für das Schöne in der menschlichen Wahrnehmung liegt in der Fähigkeit des *Homo sapiens* zum „denkenden Schauen", „sich auf alles, was er sieht, einen Reim zu machen". Dies hat ihn zum Erfolgstyp der Evolution werden lassen: sein rastloses Erspüren von Ursache und Wirkung, seine Suche nach Gesetzmäßigkeiten, nach Sinn und Bedeutung aller Erscheinungen. Sie verlieh diesem Werkzeug- und Feueraffen Macht – nämlich Vorhersagbarkeit von Lebensumständen, die Reaktionen seiner Umwelt wurden prognostizierbar – und damit beherrschbar und nutzbar.

Gestalten, welche die Wirkung formender Kräfte und Gesetze verraten, erzeugen in ihm höchstes Wohlgefallen – sei es die ablesbare Statik von Pflanzenkörpern, eleganten Brücken oder Kathedralen, die ablesbaren Stromlinien von Fischen und Schiffen, Vögeln und Flugzeugen, seien es die Erosionsformen von Gebirgen, sei es – als Extremfall – auch das ablesbare Gesetz streng symmetrischer und geometrischer Gebilde.

Lange vor der rechnenden Statik fanden die gotischen Meister zu atemberaubenden statischen Lösungen, indem sie eine „Kraftlinienarchitektur" aus organischen Skelettformen erstehen ließen (wie wir sie in der Natur überall dort verwirklicht finden, wo es darum geht, mit einem Minimum an Material ein Maximum an Stabilität zu erreichen). Verblüffendes Beispiel für solche Analogien sind eben die Radiolarien, weil sie aussehen, als hätten gotische Meister sich dort ihre Inspirationen geholt. Wegen ihrer schwebenden Lebensweise müssen die Kieselgerüste so filigran wie möglich sein – wie es ja auch das Ideal der Domsteinmetze war, ihre Steingebilde zu „entschweren". Das Motiv der Baumeister dafür war die damals aufkommende „Lichtmystik".

Beide Aufgabenstellungen – Transparenz und Schwerelosigkeit – führten zu grazilen mineralischen Skelettgestalten, deren ablesbare Statik den Formgesetzen des Organischen entspringt.

Kein Wunder, daß dieser frühe Blick in eine Anderswelt voll bizarrer Lebewesen, „deren eigenartige Schönheit und Mannigfaltigkeit alle von der menschlichen Phantasie geschaffenen Kunstprodukte weitaus übertrifft", HAECKELS weiteren Weg bestimmen sollte – als schicksalshafter Brückenschlag zwischen seiner Künstlernatur und seinem Forschergeist.

Literatur

BINET R. (1902): Esquisses décoratives, Preface de Gustave Geffroy. — Librairie Centrale des Beaux Arts, Paris (mit einer Widmung von René BINET an HAECKEL im Archiv der Villa Medusa), Jena.

BÖLSCHE W. (1906): Die Schöpfungstage. Umrisse zu einer Entwicklungsgeschichte der Natur. — C. Reissner, Dresden.

BÖLSCHE W. (1921): Von Sonnen und Sonnenstäubchen. — G. Bondi, Berlin.

BÜTSCHLI O. (1892): Beiträge zur Kenntnis der Radiolarien-Skelette, insbesondere der Cyrtidae. — Z. wiss. Zool. **36**: 485-540.

CIENOWSKI L. (1871): Über Schwärmerbildung bei Radiolarien. — Arch. mikrosk. Anat. **7**: 372-381.

EHRENBERG Ch.G. (1875): Fortsetzung der mikrogeologischen Studien als Gesammt-Uebersicht der mikroskopischen Paläontologie geichartig analysierter Gebirgsarten der Erde, mit specieller Rücksicht auf den Polycystinen-Mergel von Barbados. — Abh. preuss. Akad. Wiss. Berlin **1875**, 1-226.

EIBL-EIBESFELDT I. (1995): Die Biologie des menschlichen Verhaltens - Grundriß der Humanethologie, 3. Aufl. — R. Piper Verlag, München.

FRISCH K.v. (1974): Tiere als Baumeister. — Ullstein GmbH, Frankfurt, Berlin, Wien.

GEO (1995): "Die Sahara-Amazonas-Connection" - wie Afrikas Wüste den Regenwald nährt. — Geo **1995/3**.

GEORGE U. (1996): Ernst HAECKEL, das Genie des Kleinen. — Geo **1996/12**: 124-148.

GÖKE G. (1984): Neue und seltene Radiolarien von Barbados. Ein Beitrag zur Geschichte der Radiolarienforschung. — Mikrokosmos **1984/1**: 1-32.

GOMBRICH SIR E.H. (1982): Ornament und Kunst. Schmucktrieb und Ordnungssinn in der Psychologie des dekorativen Schaffens. — Klett-Cotta, Stuttgart.

HAECKEL E. (1862): Die Radiolarien (R*hizopoda radiaria*). Eine Monographie mit einem Atlas von fünfunddreißig Kupfertafeln. — G. Reimer, Berlin

HAECKEL E. (1866): Generelle Morphologie der Organismen, I: Allgemeine Anatomie der Organismen, II: Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen. — G. Reimer, Berlin.

HAECKEL E. (1868): Natürliche Schöpfungsgeschichte, 1. Aufl. — G. Reimer, Berlin.

HAECKEL E. (1870): Über Entwicklungsgang und Aufgabe der Zoologie. — Jen. Zschr. Med. Naturwiss. **5**: 353-370.

HAECKEL E. (1873): Natürliche Schöpfungsgeschichte, 4. Aufl. — G. Reimer, Berlin.

HAECKEL E. (1887a): Report on the Radiolaria collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. — Rep. Sci. Results Voyage H.M.S. Challenger 1873-76. Zoology **18**: 1-1893.

HAECKEL E. (1887b): Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Eine Monographie, Zweiter Teil, Grundriß einer allgemeinen Naturgeschichte der Radiolarien. Berlin 1887

HAECKEL E. (1899/1905): Welträthsel, 9. Aufl. — A. Kröner Verl., Stuttgart,

HAECKEL E. (1899-1904): Kunstformen der Natur, Lieferung 1-11. — Bibliograph. Inst., Leipzig, Wien.

HAECKEL E. (1904): Die Lebenswunder. Gemeinverständliche Studien über Biologische Philosophie. — A. Kröner Verl. (Kröners Taschenausgabe 22), Leipzig.

HAECKEL E. (1914): Die Natur als Künstlerin. — In: GOERKE F. (Hrsg.) (1924): Aus dem Formenschatz der Schöpfung, Vita Deutsches Verl.haus, Berlin/ Charlottenburg.

HAECKEL E. (1923): Die Lebenswunder. Gemeinverständliche Studien über biologische Philosophie. — Kröners Taschenausgabe, Band **22** A. Kröner Verlag, Leipzig.

HAECKEL E.: Biographische Notizen (als Manuskript in der Sammlung des Ernst-Haeckel-Hauses. Best.B, Nr. 313, zit. nach E. KRAUßE [1984]).

HERTWIG R. (1876): Zur Histologie der Radiolarien. — Leipzig.

JUKES-BROWN A.J. & J.B. HARRISON (1892): The geology of Barbados. — Quart. J. Geol. Soc. London **48**: 170-226.

KNORRE D.v. (1984): Ernst HAECKEL als Systematiker - seine zoologisch-systematischen Arbeiten. — Leben und Evolution, Wiss. Vortragstagung 25. und 26. Mai 1984, Veröff. der Friedrich-Schiller-Univ. Jena mit G. Fischer Verl., Jena.

KOCKERBECK Ch. (1986): Ernst HAECKELS "Kunstformen und Natur" und ihr Einfluß auf die deutsche bildende Kunst der Jahrhundertwende. Studie zum Verhältnis von Kunst und Naturwissenschaften im Wilhelminischen Zeitalter. — Europäische Hochschulschriften, Reihe XX: Philosophie; Band **194**, Frankfurt/Main.

KRAUßE E. (1984): Ernst HAECKEL. — Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Band **70**, Teubner Verl.ges., Leipzig.

LORENZ K. (1941): KANTS Lehre vom A priorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie. — Blätter Dt. Philos **15**: 94-125.

LORENZ K. (1973): Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. — Piper Verl. München bzw. dtv 1249.

LORENZ K. (1978): Vergleichende Verhaltensforschung, Grundlagen der Ethologie. — Springer Verl. Wien, New York.

LÖTSCH B. (1985): Unordnung als Seelenvitamin. Das Haus Hundertwasser. — Österr. Bundesverl. & Compress Verl., 308-313.

LÖTSCH B. (1988): Der Streit um das Schöne. — In: SCHLEIDT W. (Hrsg.): Der Kreis um Konrad LORENZ. Verl. P. Parey, Berlin, Hamburg, 92-100.

LÖTSCH B. (1989): Der Streit um das Schöne. — Der Architekt **1989**/Feb.: 84-91.

NICOLAI J. (1973): Vogelleben. — Chr. Belser Verl., Stuttgart (Nachdruck durch Rowohlt Taschenbuch Verl. GmbH Reinbek bei Hamburg, 1975).

RIEDL R. (1987a): „DARWIN, ein schlechter Darwinist?", in: „Kultur, Spätzündung der Evolution". — R. Piper Verlag. München, Zürich, 33-40.

RIEDL R. (1987b): „Grenzen der Kunst" in: Kultur, Spätzündung der Evolution. — R. Piper Verl., München, Zürich, 303-314.

SCHALLER F. (1997): Tierisches auf und aus Stein und Ton – zur Zoologie in der darstellenden Kunst. — Ulmensien **11**: 67-98.

SEDLMAYR H. (1976): Die Entstehung der Kathedrale. — Akad. Druck- und Verlagsanstalt Graz.

USCHMANN G. (1983): Ernst HAECKEL – Biographie in Briefen. — Leipzig, Jena, Berlin.

WICHLER G. (1934): Ernst HAECKEL, seine Entwicklung, sein Wesen. — Sber. Ges. naturf. Freunde Berlin 20. Nr. 1-3.

WICHMANN S. (1984): Jugendstil Floral Funktional. — Verl. Schuler, Herrsching/Ammersee.

WOLF R. (1985): Binokulares Sehen, Raumverrechnung und Raumwahrnehmung. — Biol. uns. Zeit (BIUZ) **6**: 141-178.

Anschrift des Verfassers:
Gen.-Dir. Univ.-Prof. Dr. Bernd LÖTSCH
Naturhistorisches Museum Wien,
General-Direktion
Burgring 7
A-1014 Wien
Austria